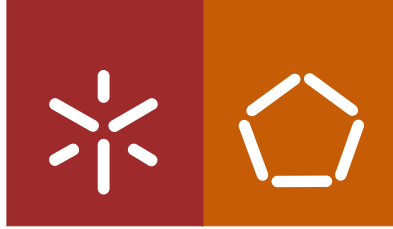


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Alexandre Manuel Silva Costa

Desenvolvimento de um sistema de pesos para indicadores de sustentabilidade



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Alexandre Manuel Silva Costa

Desenvolvimento de um sistema de pesos para indicadores de sustentabilidade

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Ricardo Mateus
e do
Professor Doutor Luís Bragança

Outubro de 2012

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Para o desenvolvimento desta dissertação foi essencial a contribuição, tanto de forma direta como de forma indireta de inúmeras pessoas, para as quais dedico os meus mais sinceros agradecimentos. Irei agora fazer sobressair alguns deles cujo apoio e dedicação mostrados foram decisivos para que os objetivos definidos possam ter sido alcançados.

Em especial ao Professor Ricardo Mateus, meu orientador e ao Professor Luís Bragança, meu coorientador, pela disponibilidade e empenho, bem como pelas orientações e conhecimentos passados, ao longo deste processo.

Aos membros da CT-H, Comissão Técnica para edifícios de habitação da associação iiSBE Portugal, pela disponibilidade, empenho e profissionalismo empregue ao longo das reuniões onde fui convidado a estar presente.

A todos aqueles que dispuseram do seu tempo respondendo aos inquéritos desenvolvidos, cujas respostas permitiram elaborar este estudo.

À minha família, pelo apoio que sempre mostraram ao longo de toda a minha vida e pelas oportunidades que me deram procurando sempre o melhor para mim.

Aos meus amigos, pela certeza que com eles posso contar e que estarão sempre disponíveis para ouvir e ajudar em tudo o que precisar.

A todos os referidos agradeço imenso e dedico o resultado desta dissertação.

RESUMO

A temática do “Desenvolvimento Sustentável” tem estado na ordem do dia, adquirindo cada vez uma maior importância à escala global. Este facto resulta da consciencialização por parte de governos, instituições e cidadãos de que a sobre-exploração de recursos naturais, o aumento das emissões de gases de efeito de estufa e produção de resíduos que se verifica poderá conduzir o planeta para uma situação sem retorno, com sérios danos sobre os habitantes atuais e futuros.

Da necessidade de aplicação da temática da Sustentabilidade ao setor da construção surgiu a Construção Sustentável, que promove no âmbito ambiental, social e económico, a adoção de medidas que otimizem os edifícios no sentido de os tornar mais sustentáveis. Para a promoção e aplicação dos desígnios da Construção Sustentável têm surgido, no panorama internacional, diversas metodologias de avaliação e certificação da sustentabilidade, umas com mais notoriedade que outras. Incluídos nessas metodologias encontram-se indicadores de avaliação. Para esses indicadores têm que ser definidos os seus pesos, de maneira a permitir a sua agregação, definindo o nível de sustentabilidade do edifício.

Esta dissertação apresenta como um dos seus objetivos, o desenvolvimento de uma proposta de pesos para os indicadores incluídos na metodologia SBTool^{PT}. Para atingir esse propósito, foi realizado o estudo de diferentes metodologias disponíveis à escala global, ao nível do sistema de atribuição de pesos utilizado nas mesmas. A proposta de pesos desenvolvida é baseada nas opiniões dos grupos de intervenientes no ciclo de vida dos edifícios (Construtores, Clientes/Utilizadores, Projetistas, Promotores Imobiliários e Consultores/Especialistas em Construção Sustentável) a nível nacional.

Um outro objetivo deste trabalho passa pelo estudo das amenidades com vista ao desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação do desempenho de um edifício relativamente ao indicador “Acessibilidade a amenidades”. As amenidades apresentam uma importância chave nas atividades do dia-a-dia dos utilizadores dos edifícios, como forma de satisfazer necessidades, que podem ser de diversa ordem, tais como, alimentares, de saúde, de trabalho, de lazer, entre outras.

Palavras – Chave

Sustentabilidade; Pesos; Indicadores; Amenidades; AHP

ABSTRACT

The concept of "Sustainable Development" has been on the agenda, acquiring an increasing importance on a global scale. This fact results from the increasingly awareness of the governments, institutions and citizens about the consequences of the overexploitation of natural resources, increasing emissions of greenhouse gases and waste generation that could lead the planet to a situation of no return, with serious damages on the current and future generations.

Sustainable Construction resulted from the need of applying the concept of sustainability to the construction sector. This concept promotes at environmental, social and economic levels the adoption of measures that optimize the buildings in order to make them more sustainable. In order to promote the implementation of the sustainable construction goals, on the international scene, several methodologies for sustainability assessment and certification have emerged, some with more notoriety than others. Included in these methodologies are assessment indicators. The aggregation of these indicators into a global score is based in a system of weights that balances the importance of each indicator on the global score.

The main objective of this work is to develop a proposal for the weights for the list of indicators of the methodology SBTool^{PT}. To achieve this purpose, different methodologies available on a global scale were studied, at the level of the principles considered in the development of the used system of weights. The study shows that, in most cases, the development of the system of weights is based on the opinion of groups of stakeholders (Builders, Clients / Users, Designers, Property developers and Consultants / Specialists in Sustainable Construction) at national level. Therefore, the methodology presented in this work is based in the same approach.

Other objective of this work was to develop a methodology to assess the performance of a building at the level of its accessibilities to urban amenities. The amenities have a key importance in day-to-day activities of building users as a way to satisfy needs, which can be of various kinds, such as food, health, work, leisure, and others.

Key Words

Sustainability; Weights; Indicators; Amenities; AHP

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Estrutura do trabalho	4
2. SISTEMAS DE PESOS DAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE	5
2.1. Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)	5
2.2. Leadership in Energy & Environmental Design (LEED).....	11
2.3. Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE)	19
2.4. Sustainable Building Tool (SBTool).....	26
2.5. Ilações retiradas após estudo dos sistemas BREEAM, LEED, CASBEE e SBTool.....	32
3. METODOLOGIA	35
3.1. <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).....	35
4. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO INDICADOR AMENIDADES DO SISTEMA SBTOOL^{PT}	37
4.1. Separação das amenidades estudadas em 3 classes distintas.....	37
4.2. Definição dos créditos a atribuir a cada amenidade	52
4.3. Definição dos <i>Benchmarks</i> para o indicador Amenidades	67
5. DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPOSTA PARA SISTEMA DE PESOS DA METODOLOGIA SBTOOL^{PT}	81
5.1. Enquadramento.....	81
5.2. Análise dos resultados obtidos	85
5.3. Obtenção dos pesos para as categorias.....	90
5.4. Obtenção do peso para os parâmetros	96
5.5. Sistema de pesos da metodologia SBTool ^{PT}	108
6. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	111
6.1. Conclusões	111
6.2. Perspetivas futuras.....	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
ANEXOS	119
Anexo I – Inquérito “Importância das amenidades locais”	121
Anexo II – Inquérito “Distâncias às amenidades locais”	127
Anexo III – Estudo das habitações para definição dos <i>benchmarks</i> do indicador amenidades.....	129
Anexo IV – Inquérito “Sistema de pesos para os indicadores de construção sustentável”	131

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

BEES - *Building for Environmental and Economic Sustainability*

BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

CASBEE - *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficacy*

EPA – *Environmental Protection Agency*

GBC - *Green Building Challenge*

IBEC - *Institute for Building Environment and Energy Conservation*

IIR – *Índice de Importância Relativa*

iiSBE – *International Initiative for a Sustainable Built Environment*

JSBC – *Japan Sustainable Building Consortium*

LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

NIST - *National Institute of Standards and Technology*

SBC - *Sustainable Building Challenge*

SBTool - *Sustainable Building Tool*

TRACI - *Tool for the Reduction and Assessment Of Chemical and Other Environmental Impacts*

USGBC - *United States Green Building Council*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Lista de categorias e respetivo peso na versão de 2011 do sistema BREEAM (BREEAM, 2011)	6
Figura 2.2 - Pesos sugeridos pelo painel de peritos BRE (BRE, 2007)	7
Figura 2.3 - Créditos disponíveis para cada uma das categorias (BREEAM, 2011).....	10
Figura 2.4 - Importância relativa das categorias de impacto segundo EPA <i>Science Advisory Board</i> (NIST,2007)	15
Figura 2.5 - Importância relativa das categorias de impacto ambiental segundo painel de decisores da construção da ferramenta BEES (NIST, 2007)	16
Figura 2.6 - Pontos possíveis em cada uma das categorias (USGBC, 2009)	19
Figura 2.7 - Coeficientes de ponderação para as categorias pertencentes ao fator Q, em função do tipo de edifício (IBEC, 2010)	24
Figura 2.8 - Coeficientes de ponderação para as categorias pertencentes ao fator LR (IBEC, 2010)...	24
Figura 2.9 - Exemplo de classificação BEE (IBEC, 2010)	25
Figura 2.10 - Aspeto da obtenção dos pesos na ferramenta informática SBTool 2011 (iiSBE, 2011) .	29
Figura 2.11 - Categorias e respetivos pesos nos sistemas BREEAM 2011 e LEED 2009.....	34
Figura 4.1 - Aspeto do inquérito <i>on-line</i> “Importância das amenidades locais”	38
Figura 4.2 – Respostas por sexo do indivíduo.....	39
Figura 4.3 – Respostas por faixa etária	39
Figura 4.4 – Respostas por NUTS III.....	40
Figura 4.5 – Resultados por Tipo de Zona	40
Figura 4.6 - Resultados para cada um dos 5 níveis, na questão “Proximidade”	44
Figura 4.7 - Resultados para cada um dos 5 níveis, na questão “Existência”	45
Figura 4.8 - Resultados para cada um dos 5 níveis, na questão “Frequência”	46
Figura 4.9 – Índice de importância relativa de cada amenidade	50
Figura 4.10 – Princípio utilizado na divisão das amenidades em três classes.....	51
Figura 4.11- Aspeto da página introdutória do inquérito “Distância às amenidades locais”	53
Figura 4.12 - Gráfico Respostas obtidas /Amenidade	55
Figura 4.13 - Distribuição ao longo do país das 40 habitações estudadas (Fonte: Google Maps)	68
Figura 4.14 - Aspeto do programa informático WinStat, dados introduzidos e dados obtidos para a Zona 1 (Fonte: WinStat, Versão 1.0, 2003)	78
Figura 4.15 - Aspeto do programa informático WinStat, dados introduzidos e dados obtidos para a Zona 2 (Fonte WinStat, Versão 1.0, 2003).....	78
Figura 4.16 - Aspeto do programa informático WinStat, dados introduzidos e dados obtidos para a Zona 3 (Fonte: WinStat, Versão 1.0, 2003)	79
Figura 4.17 - Aspeto do programa informático WinStat, dados introduzidos e dados obtidos para a Zona 4 (Fonte: WinStat, Versão 1.0, 2003)	79
Figura 5.1 – Página introdutória do inquérito <i>on-line</i> “Sistema de pesos para os indicadores de construção sustentável”	82
Figura 5.2 – Distribuição dos participantes, por grupo de intervenientes no ciclo de vida dos edifícios	85
Figura 5.3 – Pesos para cada dimensão em função dos grupos de intervenientes no ciclo de vida dos edifícios	89

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Lista das categorias, dos indicadores de avaliação associados e créditos disponíveis (BREEAM, 2011)	8
Tabela 2.2 - Classificação BREEAM (BREEAM, 2011)	10
Tabela 2.3 - Exemplo de cálculo da classificação BREEAM (BREEAM, 2011).....	11
Tabela 2.4 - Classificação das Categorias de Impacte por parte do SAB (NIST, 2007)	13
Tabela 2.5 – Escala numérica utilizada na metodologia AHP (NIST, 2007).....	14
Tabela 2.6 - Conversão de comparação qualitativa para comparação numérica (NIST, 2007)	14
Tabela 2.7 - Lista das categorias, pré-requisitos, critérios e pontos possíveis na versão 2009 do sistema LEED (USGBC, 2009).....	17
Tabela 2.8 - Classificação LEED	19
Tabela 2.9 - Critérios de avaliação incluídos em Q (IBEC, 2010).....	21
Tabela 2.10 - Critérios de avaliação incluídos em LR (IBEC, 2010).....	22
Tabela 2.11 - Coeficientes de ponderação para as diferentes Categorias de Avaliação (IBEC, 2010) .	23
Tabela 2.12 - Classificação CASBEE	25
Tabela 2.13 - Listagem dos Categorias e dos Indicadores do sistema SBTool 2011 (iiSBE, 2011).....	27
Tabela 2.14 - Pontuação ao nível da Existência de Efeito Potencial (iiSBE, 2011)	28
Tabela 2.15 - Pontuação ao nível da Duração do Efeito Potencial (iiSBE, 2011)	28
Tabela 2.16 - Pontuação ao nível da Intensidade do Efeito Potencial (iiSBE, 2011)	28
Tabela 2.17 - Pontuação ao nível do Sistema Primário Diretamente Afetado (iiSBE, 2011)	28
Tabela 2.18 – Níveis de classificação do desempenho, segundo o SBTool 2011 (iiSBE, 2007).....	30
Tabela 2.19 – Exemplo de <i>Benchmark</i> qualitativo do sistema SBTool 2011 (iiSBE, 2011)	31
Tabela 2.20 – Exemplo de <i>Benchmark</i> quantitativo do sistema SBTool 2011 (iiSBE, 2011)	31
Tabela 2.21 – Categorias e respetivos pesos nos sistemas BREEAM 2011 (BREEAM, 2011) e LEED 2009 (USGBC, 2009).....	33
Tabela 2.22 – Peso de cada categoria nos sistemas BREEAM e LEED	33
Tabela 3.1 – Escala de Importância Relativa (Saaty, 2008a)	36
Tabela 4.1 – Tipos de zona.....	38
Tabela 4.2 – Resultados para a questão “Proximidade”.....	41
Tabela 4.3 – Resultados para a questão “Existência”	42
Tabela 4.4 – Resultados para a questão “Frequência”	43
Tabela 4.5 – Índices de Importância Relativa	48
Tabela 4.6 - Amenidades ordenadas por IIR	49
Tabela 4.7 - Divisão das amenidades em 3 Classes	52
Tabela 4.8 - Resultados do inquérito “Distância às amenidades locais” (distâncias em metros).....	54
Tabela 4.9 - Resultados agrupados por classe de amenidade.....	56
Tabela 4.10 - Soma das respostas de Nível 5 em termos de Proximidade, Existência e Frequência	57
Tabela 4.11 - Quocientes entre classes e valor adotado na análise AHP	57
Tabela 4.12 - Matriz de cálculo para método AHP	58
Tabela 4.13 - Matriz AHP soma para cada coluna.....	58
Tabela 4.14 – Valor da comparação dividido pela linha TOTAL encontrado em 4.13	58
Tabela 4.15 – Vetor de Eigen.....	59
Tabela 4.16 – Valor principal de Eigen ($\lambda_{\text{máx}}$).....	59
Tabela 4.17 - Índice de Consistência Aleatória (Saaty, 1990)	60
Tabela 4.18 - Resultados para a Classe 1 (distâncias em metros).....	61
Tabela 4.19 - Valor do quociente das comparações e valor adotado na análise AHP.....	62

Tabela 4.20 – Matriz de cálculo AHP	63
Tabela 4.21 – Quociente entre o valor da matriz e o total da soma da coluna em 4.21	63
Tabela 4.22 – Cálculo do Vetor de Eigen.....	64
Tabela 4.23 - Valor principal de Eigen ($\lambda_{\text{máx}}$).....	64
Tabela 4.24 - Índice de Consistência Aleatória (Saaty, 1990)	65
Tabela 4.25 - Resultados da análise AHP para os diferentes intervalos de distância.....	65
Tabela 4.26 - Percentagens para cada uma das 3 Classes.....	66
Tabela 4.27 - Normalização dos valores	66
Tabela 4.28 - Créditos para cada uma das 3 Classes em função dos intervalos de distância (em metros)	66
Tabela 4.29 - Tipos de zona.....	67
Tabela 4.30 - Levantamento das distâncias (em metros) às amenidades para as habitações pertencentes à Zona 1	69
Tabela 4.31 - Levantamento das distâncias (em metros) às amenidades para as habitações pertencentes à Zona 2	70
Tabela 4.32 - Levantamento das distâncias (em metros) às amenidades para as habitações pertencentes à Zona 3	71
Tabela 4.33 - Levantamento das distâncias (em metros) às amenidades para as habitações pertencentes à Zona 4	72
Tabela 4.34 - Créditos obtidos por cada uma das habitações pertencentes à Zona 1	73
Tabela 4.35 - Créditos obtidos por cada uma das habitações pertencentes à Zona 2	74
Tabela 4.36 - Créditos obtidos por cada uma das habitações pertencentes à Zona 3	75
Tabela 4.37 - Créditos obtidos por cada uma das habitações pertencentes à Zona 4	76
Tabela 4.38 - Média e desvio padrão para cada uma das 4 Zonas.....	77
Tabela 4.39 - <i>Benchmark</i> de Prática Convencional e <i>Benchmark</i> de Melhor Prática	80
Tabela 5.1 – Distribuição das 9 categorias pelas 3 dimensões do Desenvolvimento Sustentável (iiSBE Portugal, 2009)	83
Tabela 5.2 – Distribuição dos 25 parâmetros pelas 9 categorias presentes na metodologia SBTool ^{PT} (iiSBE Portugal, 2009)	84
Tabela 5.3 – Questão relativa ao peso de cada uma das dimensões do Desenvolvimento Sustentável.....	85
Tabela 5.4 – Resultados para cada uma das 60 respostas obtidas	86
Tabela 5.5 - Pesos (%) para cada uma das dimensões.....	88
Tabela 5.6 – Respostas obtidas para cada uma das 9 categorias do sistema SBTool ^{PT} , na escala apresentada	90
Tabela 5.7 – Categorias pertencentes à Dimensão Ambiental	91
Tabela 5.8 – Dados para análise	91
Tabela 5.9 – Comparações a efetuar, valor do quociente entre categorias e valor utilizado na análise AHP	92
Tabela 5.10 – Matriz de cálculo	92
Tabela 5.11 – Processo de cálculo AHP.....	93
Tabela 5.12 – Vetor de Eigen	93
Tabela 5.13 - Valor principal de Eigen ($\lambda_{\text{máx}}$).....	93
Tabela 5.14 - Índice de Consistência Aleatória (Saaty, 1990)	94
Tabela 5.15 – Proposta de pesos (%) para as categorias pertencentes à Dimensão Ambiental.....	95
Tabela 5.16 – Categorias incluídas na Dimensão Social.....	95
Tabela 5.17 – Dados para análise	95
Tabela 5.18 – Comparações a pares, quociente entre categoria e valor utilizado na análise AHP.....	96
Tabela 5.19 – Proposta de pesos (%) para as categorias pertencentes à Dimensão Social.....	96

Tabela 5.20 – Parâmetros incluídos na Categoria 2 – Uso do solo e biodiversidade.....	97
Tabela 5.21 – Resultados obtidos para a questão relativa a C2 – Uso do solo e biodiversidade	97
Tabela 5.22 – Dados utilizados para a análise.....	98
Tabela 5.23 – Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP.....	98
Tabela 5.24 – Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C2 – Uso do solo e biodiversidade	99
Tabela 5.25 - Parâmetros incluídos na categoria C3 – Energia.....	99
Tabela 5.26 - Resultados obtidos para a questão relativa a C3 – Energia.....	99
Tabela 5.27 – Dados utilizados para a análise.....	99
Tabela 5.28 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP.....	100
Tabela 5.29 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C3 – Energia	100
Tabela 5.30 - Parâmetros incluídos na categoria C4 – Materiais e resíduos sólidos.....	100
Tabela 5.31 - Resultados obtidos para a questão relativa a C4 – Materiais e resíduos sólidos.....	101
Tabela 5.32 – Dados utilizados para a análise.....	101
Tabela 5.33 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP.....	101
Tabela 5.34 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C4 – Materiais e resíduos sólidos	102
Tabela 5.35 - Parâmetros incluídos na categoria C5 – Água	102
Tabela 5.36 - Resultados obtidos para a questão relativa a C5 – Água.....	102
Tabela 5.37 – Dados utilizados para a análise.....	103
Tabela 5.38 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP.....	103
Tabela 5.39 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C5 – Água	103
Tabela 5.40 - Parâmetros incluídos na categoria C6 – Conforto e saúde dos utilizadores.....	103
Tabela 5.41 - Resultados obtidos para a questão relativa a C6 – Conforto e saúde dos utilizadores..	104
Tabela 5.42 – Dados utilizados para a análise.....	104
Tabela 5.43 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP.....	104
Tabela 5.44 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C6 – Conforto e saúde dos utilizadores	105
Tabela 5.45 - Parâmetros incluídos na categoria C7 – Acessibilidade.....	105
Tabela 5.46 - Resultados obtidos para a questão relativa a C7 – Acessibilidade.....	105
Tabela 5.47 – Dados utilizados para a análise.....	106
Tabela 5.48 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP.....	106
Tabela 5.49 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C7 – Acessibilidade	106
Tabela 5.50 - Parâmetros incluídos na categoria C9 – Custos de ciclo de vida	107
Tabela 5.51 - Resultados obtidos para a questão relativa a C9 – Custos de ciclo de vida	107
Tabela 5.52 – Dados utilizados para a análise.....	107
Tabela 5.53 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP.....	107
Tabela 5.54 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C9 – Custos de ciclo de vida	108
Tabela 5.55 – Peso de cada dimensão, categoria e parâmetro existente na metodologia SBTTool ^{PT} ...	109

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é um assunto que tem vindo a ganhar cada vez mais relevo no contexto internacional. O termo sustentabilidade surgiu na década de 70 do século XX, devido a preocupações levantadas pelo rápido crescimento da população e a degradação ambiental associada a um maior consumo de recursos (Poveda & Lipsett, 2011).

A realidade atual é de todo incompatível com os desígnios do desenvolvimento sustentável, nos quais se procura a convivência harmoniosa entre as dimensões ambiental, económica e social, de modo a que as gerações do futuro tenham pelo menos as mesmas possibilidades das gerações do presente em satisfazerem as suas necessidades (Mateus & Bragança, 2004).

A indústria da construção, nomeadamente o sector dos edifícios apresenta uma elevada interligação com os objetivos e metas do Desenvolvimento Sustentável, visto ser um dos sectores que, à escala mundial, consome maiores quantidades de matérias-primas e de energia e produz grandes quantidades de resíduos.

O sector dos edifícios representa atualmente 40% do consumo mundial de energia primária e é responsável por cerca de um terço das emissões globais de CO₂ (Eicker, 2009).

A crescente consciencialização da contribuição significativa do ambiente construído para o impacto ambiental da sociedade como um todo tem sido essencial para este desenvolvimento. Para reduzir os impactos ambientais dos edifícios novos e mais antigos, ferramentas de avaliação e apreciação de impactos potenciais, de desempenho e de potenciais de melhoria, são vistas como úteis (Malmqvist *et al*, 2011).

Por esses motivos, à escala global encontram-se em desenvolvimento diversos sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade de edifícios. Esses sistemas permitem traduzir o conceito de construção sustentável em objetivos atingíveis durante a fase de projeto, que poderão suportar os Arquitetos e Engenheiros no sentido do desenvolvimento de edifícios

mais sustentáveis. Dos sistemas em desenvolvimento pode-se salientar por serem os principais no panorama internacional o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), desenvolvido pela *United States Green Building Council* (USGBC), o *Sustainable Building Tool* (SBTool), que reuniu na sua elaboração representantes de 20 países, o pioneiro *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), que surgiu no Reino Unido em 1990 e o *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficacy* (CASBEE), sistema de avaliação desenvolvido no Japão. No entanto, há que referir que existem muitos outros sistemas desenvolvidos por diversas organizações à escala global.

Estes sistemas de avaliação da sustentabilidade baseiam-se no estabelecimento de diversos indicadores de sustentabilidade, relacionados com as três dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental; social; e económica.

Os sistemas de avaliação são atualmente sistemas de pontuação concebidos para avaliar edifícios novos e existentes com base num padrão selecionado para o desempenho ambiental. As orientações de projeto sustentáveis são uma forma de incluir as questões ambientais na conceção, construção e operação de edifícios (Papadopoulos & Giama, 2007).

Para cada sistema de avaliação da sustentabilidade, diferentes indicadores são considerados. Apesar de não haver dúvidas que existem alguns indicadores que são mais importantes que outros, não existe atualmente nenhum método que permita a definição consensual dos indicadores a utilizar (Mateus, 2009).

A definição dos indicadores como referido anteriormente não é consensual. Por forma a uniformizar os mesmos a nível europeu, destaca-se o trabalho desenvolvido pela CEN/TC 350 (Comité Européen de Normalisation/Technical Committee 350 – Sustainability of construction works).

A definição dos pesos e a agregação é realizada de uma maneira muito diferente por diferentes métodos (Glaumann, 2011). Para cada sistema de avaliação e certificação da sustentabilidade, a definição dos pesos dos diferentes indicadores presentes (ambientais, sociais e económicos) é realizada de determinada forma. Os mesmos poderão ser

desenvolvidos com base num painel de peritos designados para o efeito pela organização responsável pelo desenvolvimento da ferramenta, bem como recorrendo a *Stakeholders*, que são o conjunto de decisores ou intervenientes no ciclo de vida dos edifícios, tais como, por exemplo, construtores, projetistas e utilizadores. Outra maneira para a obtenção dos pesos pode ser através do tratamento de dados obtidos recorrendo à elaboração de inquéritos, que devem ser endereçados aos diversos grupos de intervenientes no ciclo de vida dos edifícios, de forma a obter uma amostra de dimensão significativa e representativa da opinião dos inquiridos.

Ao longo do desenvolvimento desta dissertação, através da análise do mecanismo de atribuição de pesos e dos métodos de análise de dados aplicados nos sistemas de avaliação da sustentabilidade estudados (BREEAM, LEED, CASBEE e SBTool), foi possível identificar qual seria a melhor metodologia a aplicar no desenvolvimento do sistema de pesos.

Nesta dissertação para além de se efetuar o estudo com vista à obtenção, de um sistema de pesos para os indicadores da sustentabilidade, que atribua pesos para cada uma das Dimensões, Categorias e Parâmetros existentes na metodologia SBTool^{PT}, analisa uma outra temática distinta, as amenidades locais.

As amenidades definem-se como os equipamentos públicos e privados, estabelecimentos comerciais e de serviços que servem de suporte às necessidades do dia-a-dia dos ocupantes do edifício e contribuem para o seu bem-estar (iiSBE Portugal, 2009).

O estudo relativo às amenidades locais tem em vista o desenvolvimento, no âmbito do parâmetro 22 do SBTool^{PT}, denominado “Índice de acessibilidade a amenidades”, dos *benchmarks* de prática convencional e de melhor prática, para 4 tipos de zonas distintas, que vão desde zona rural até área central de capital de distrito. Na atual versão da ferramenta os *benchmarks* são apresentados sem diferenciação, ou seja a localização do edifício não é considerada, apesar das diferenças de envolvente social e económica entre os diferentes tipos de zona.

1.1. Estrutura do trabalho

No capítulo 2 da presente dissertação (Sistemas de pesos das metodologias de avaliação da sustentabilidade), apresenta-se a síntese do conhecimento adquirido ao longo da pesquisa efetuada, que serviu de primeira aproximação ao tema e aquisição de bases imprescindíveis ao desenvolvimento deste estudo.

O capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada ao longo deste trabalho, contendo a apresentação da ferramenta de análise multi-critério AHP, utilizada nos capítulos seguintes.

Na continuação deste trabalho segue-se o capítulo 4, relativo ao desenvolvimento do método de avaliação do indicador amenidades do sistema SBTool^{PT}. Dentro deste capítulo vai ser estudada a importância atribuída, por parte dos utilizadores dos edifícios, a um conjunto de amenidades, consideradas mais significativas no contexto nacional. Este estudo possibilitará a divisão das diferentes amenidades em 3 classes distintas de importância. Ainda relativo a esta temática será avaliada a distância que os utilizadores dos edifícios estão dispostos a percorrer para aceder às amenidades localizadas na proximidade (até 2500 metros) das suas habitações, utilizando como meio de transporte, meios menos poluentes como os transportes públicos, ou não poluentes casos da bicicleta ou indo a pé, com vista a estabelecer uma escala de créditos para as amenidades, em função da distância a que estas se localizam do edifício em estudo. Como última questão tratada neste capítulo, utilizando os tipos de zonas definidos, as classes de amenidades e a escala de créditos desenvolvida, estudam-se habitações pertencentes a cada um dos tipos de zonas com vista a definir os *benchmarks* para cada zona onde o edifício se pode localizar.

O capítulo 5 deste trabalho consiste no desenvolvimento de uma proposta de para sistema de pesos da metodologia SBTool^{PT}. Este é obtido através do desenvolvimento de um inquérito *on-line* destinado aos grupos de intervenientes no ciclo de vida dos edifícios (Construtores, Projetistas, Clientes / Utilizadores, Promotores Imobiliários e Consultores / Especialistas em Construção Sustentável), que visa retirar a opinião dos mesmos, em termos de importância relativa dos indicadores incluídos no sistema SBTool^{PT}.

2. SISTEMAS DE PESOS DAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

Em todo o mundo, com as crescentes preocupações, relacionadas com a temática da sustentabilidade e sendo o sector da construção um dos que mais contribui para o consumo das matérias-primas existentes e de energia, este sector tem responsabilidades significativas nesta matéria, pelo que faz todo o sentido que se reúnam esforços, para que se minimize essa situação. A realidade atual traduz-se em significativos impactes ambientais, sociais e económicos, com grande potencial de virem a ser diminuídos (Mateus, & Bragança, 2004).

Com o desenvolvimento do termo sustentabilidade, surgiu a necessidade de aplicar o mesmo aos edifícios, através do desenvolvimento de sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade.

Essa avaliação é realizada através do estudo de diversos indicadores. Os indicadores podem apresentar diferentes importâncias, pelo que cada um dos sistemas de avaliação apresenta um sistema de pesos distinto. Com a definição do sistema de pesos incluído em determinada metodologia é possível a determinação do nível de sustentabilidade de um edifício.

Os sistemas de avaliação estudados no presente capítulo são o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), o *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED), o *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency* (CASBEE) e o *Sustainable Building Tool* (SBTool).

2.1. Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)

O primeiro sistema de avaliação da sustentabilidade a ser criado foi o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) que surgiu em 1990, no Reino Unido.

Este sistema é constituído por nove categorias fixas e uma adicional. As categorias fixas são as seguintes: Gestão; Saúde e Bem-estar; Energia; Transporte; Água; Materiais e Resíduos; Utilização do terreno e Ecologia e Poluição. Na versão mais recente BREEAM 2011 Edifícios Novos, foi adicionada uma categoria adicional: Inovação.

As categorias fixas têm pesos pré-definidos perfazendo um total de 100% e a categoria adicional (Inovação), poderá valer mais 10% na avaliação.

Na Figura 2.1 encontram-se representados os pesos definidos para cada uma das categorias existentes neste sistema.

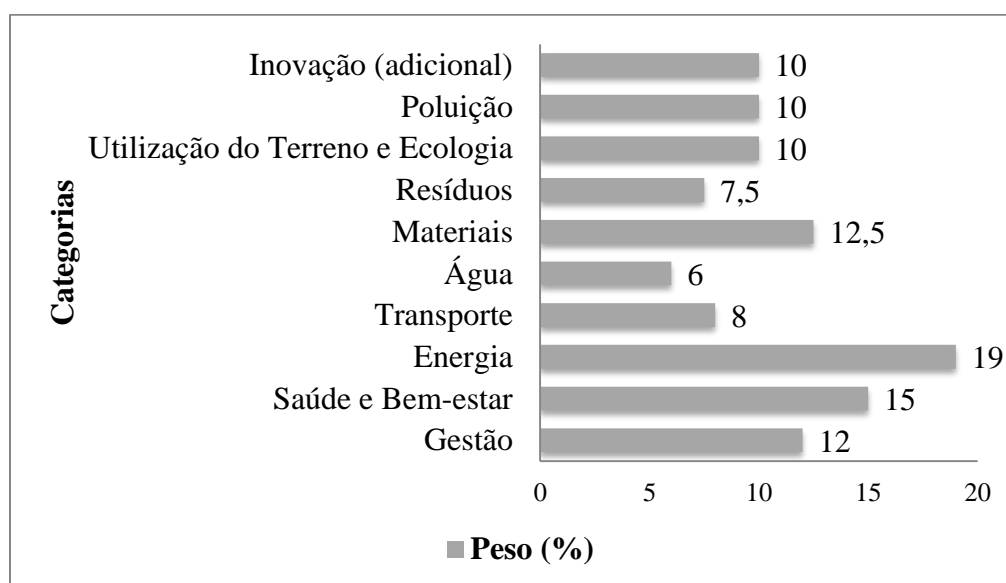


Figura 2.1 - Lista de categorias e respetivo peso na versão de 2011 do sistema BREEAM (BREEAM, 2011)

No sistema BREEAM, os pesos atribuídos a cada categoria foram definidos de duas formas, através de uma combinação de pesos consensuais e através de um painel de peritos.

Foi nomeado um painel internacional de dez especialistas, que responderam a um inquérito com a função de julgar a importância de treze parâmetros ambientais. O trabalho desenvolvido pelo painel de peritos encontra-se apresentado na Figura 2.2. As suas respostas individuais foram agregadas para criar um único conjunto de ponderações (BRE, 2007). O modo como funcionou este estudo encontra-se apresentado detalhadamente na publicação

Environmental Weightings – Their Use in the Environmental Assessment of Construction Products (Aizlewood, et al., 2007).

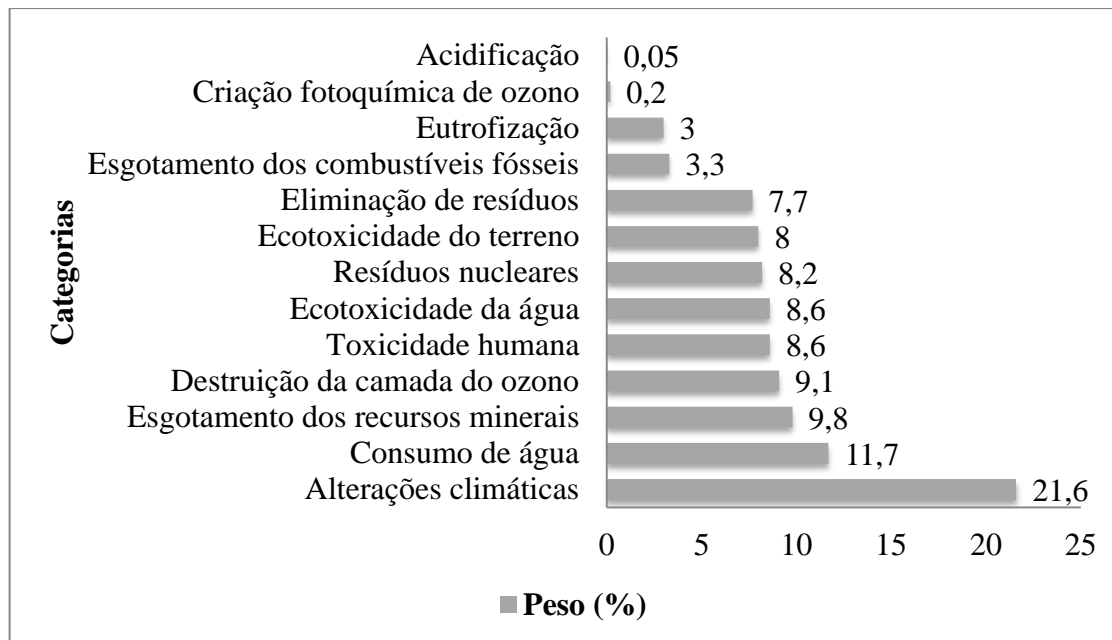


Figura 2.2 - Pesos sugeridos pelo painel de peritos BRE (BRE, 2007)

Estas categorias contêm 49 indicadores de avaliação do desempenho ambiental, os quais estão associados, a um determinado número de créditos. Os créditos são atribuídos quando são satisfeitos um conjunto de requisitos. O número de créditos disponíveis para cada indicador de avaliação é diferente e, geralmente, quanto maior o número de créditos de um determinado indicador, mais importante este é, na diminuição do seu impacto. Na maioria dos casos, onde há vários créditos disponíveis, o número atribuído é baseado numa escala de referência, onde os padrões progressivamente mais elevados de desempenho do edifício são recompensados com um maior número de créditos (BREEAM, 2011).

Para cada uma das categorias, os indicadores de sustentabilidade e os créditos associados a cada um encontram-se apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Lista das categorias, dos indicadores de avaliação associados e créditos disponíveis (BREEAM, 2011)

Categoria	Indicadores de Avaliação	Créditos disponíveis
Gestão	Man 01 - Aquisição Sustentável	8
	Man 02 – Práticas de Construção Responsável	2
	Man 03 – Impacte nos locais de construção	5
	Man 04 – Participação de decisores	4
	Man 05 - Custo do ciclo de vida e planeamento da vida útil	3
Saúde e Bem-estar	Hea 01 – Conforto visual	Depende do tipo de edifício
	Hea 02 – Qualidade do ar interior	Depende do tipo de edifício
	Hea 03 – Conforto Térmico	2
	Hea 04 – Qualidade da Água	1
	Hea 05 – Desempenho Acústico	Depende do tipo de edifício
	Hea 06 - Proteção e segurança	2
Energia	Ene 01 – Redução de emissões de CO ₂	15
	Ene 02 – Monitorização de energia	Depende do tipo de edifício
	Ene 03 – Iluminação externa	1
	Ene 04 – Tecnologias <i>low and zero carbon</i>	5
	Ene 05 – Uso eficiente de energia em dispositivos de baixo ou nulo conteúdo de carbono	2
	Ene 06 – Sistemas de transporte energeticamente eficientes	2
	Ene 07 – Eficiência energética de sistemas laboratoriais	Depende do tipo de edifício
	Ene 08 – Equipamentos energeticamente eficientes	2
	Ene 09 – Espaço para secagem de roupa	1
Transporte	Tra 01 – Acessibilidade a transportes públicos	Depende do tipo de edifício
	Tra 02 – Proximidade às amenidades	Depende do tipo de edifício
	Tra 03 – Ciclovias	Depende do tipo de edifício
	Tra 04 – Capacidade máxima do parque de estacionamento	Depende do tipo de edifício
	Tra 05 – Otimização do uso de transportes	1

Tabela 2.1 (Continuação) - Lista das categorias, dos indicadores de avaliação associados e créditos disponíveis (BREEAM, 2011)

Categoria	Indicadores de Avaliação	Créditos disponíveis
Água	Wat 01 – Consumo de água	5
	Wat 02 – Monitorização da qualidade da água	1
	Wat 03 – Detecção e prevenção de fugas de água	2
	Wat 04 – Equipamento de água eficiente	1
Materiais	Mat 01 – Impactes de ciclo de vida	Depende do tipo de edifício
	Mat 02 – Paisagismo e proteção de fronteira	1
	Mat 03 – Procura responsável de materiais (materiais reciclados, reutilizados ou de base orgânica)	3
	Mat 04 – Isolamento	2
	Mat 05 – Projetar para robustez	1
Resíduos	Wst 01 – Gestão de resíduos de construção	4
	Wst 02 – Agregados reciclados	1
	Wst 03 – Resíduos de utilização	1
	Wst 04 – Escolha dos materiais a utilizar nos pisos e tetos por parte do futuro ocupante	1
Uso do terreno e Ecologia	LE 01 – Escolha do local	2
	LE 02 – Valor ecológico do local e proteção dos recursos ecológicos	1
	LE 03 – Mitigar o impacto ecológico	2
	LE 04 – Melhoria da ecologia do local	Depende do tipo de edifício
	LE 05 – Impacte a longo prazo sobre a biodiversidade	Depende do tipo de edifício
Poluição	Pol 01 – Impacte de fluídos utilizados nos aparelhos de climatização	3
	Pol 02 – Emissões de NO _x	Depende do tipo de edifício
	Pol 03 – Escoamento superficial de águas	5
	Pol 04 – Redução da poluição luminosa noturna	1
	Pol 05 – Atenuação de ruído	1
Inovação	Inn 01 – Inovação	10

Com a informação apresentada na Tabela 2.1 pode-se desenvolver um gráfico que apresenta os créditos disponíveis para cada uma das categorias, como se mostra na Figura 2.3.

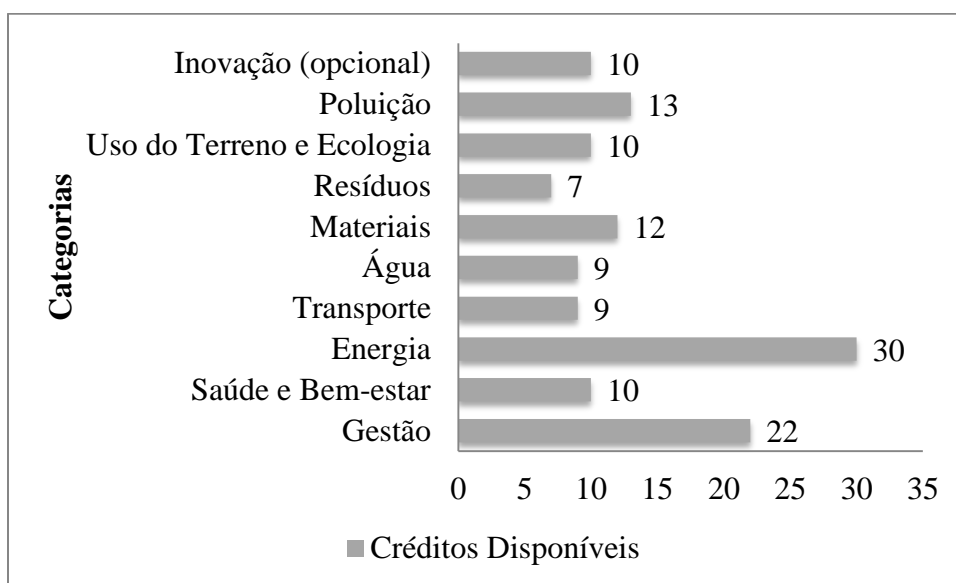


Figura 2.3 - Créditos disponíveis para cada uma das categorias (BREEAM, 2011)

Para cada categoria presente neste sistema de avaliação, definem-se os créditos obtidos ao nível dos indicadores de avaliação. Depois disso, está-se em condições de efetuar o quociente para cada categoria entre os créditos obtidos e os créditos disponíveis na mesma (em percentagem). Esse valor pode então ser multiplicado pelo peso da categoria em estudo (dado na Figura 2.1), obtendo-se o resultado final do edifício (em percentagem), que poderá ser inserido em função do seu valor num dos níveis de classificação, apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Classificação BREEAM (BREEAM, 2011)

Classificação BREEAM	Resultado (%)
Outstanding	85
Excellent	70
Very Good	55
Good	45
Pass	30
Unclassified	<30

Para uma melhor perceção dos resultados da aplicação do sistema de avaliação BREEAM, apresenta-se na Tabela 2.3 os resultados da sua aplicação a um caso de estudo hipotético.

Tabela 2.3 - Exemplo de cálculo da classificação BREEAM (BREEAM,2011)

Categoria	Créditos Obtidos	Créditos Disponíveis	Quociente Créditos Obtidos/Créditos Disponíveis (%)	Peso da categoria	Resultado na categoria
Gestão	10	22	45,45	0,12	5,45
Saúde e Bem-estar	8	10	80,00	0,15	12,00
Energia	16	30	53,33	0,19	10,13
Transporte	5	9	55,56	0,08	4,44
Água	5	9	55,56	0,06	3,33
Materiais	6	12	50,00	0,125	6,25
Resíduos	3	7	42,86	0,075	3,21
Uso do Terreno e Ecologia	5	10	50,00	0,1	5,00
Poluição	5	13	38,46	0,1	3,85
Inovação (opcional)	2	10	20,00	0,1	2,00
Resultado BREEAM					55,68
Classificação BREEAM					VERY GOOD

Em função da classificação final, é necessário verificar os requisitos mínimos para esse desempenho, ao nível de certos indicadores. Estes requisitos mínimos encontram-se apresentados no manual do sistema BREEAM.

2.2. Leadership in Energy & Environmental Design (LEED)

Outro dos sistemas de avaliação da sustentabilidade bastante aceite e utilizado é o **LEED**. Este sistema de avaliação da sustentabilidade foi desenvolvido pelo *United States Green Building Council* (USGBC). O primeiro LEED, Programa Projeto Piloto, também conhecido como LEED Versão 1.0, foi lançado pelo USGBC em Agosto de 1998 (USGBC, 2009).

Desde o seu aparecimento, o sistema LEED tem vindo a ser melhorado e atualizado, podendo ser utilizado em qualquer tipologia de edifício. Este sistema possui módulos para Edifícios Novos, Edifícios Existentes, Espaços Comerciais e Escolas.

O LEED é baseado no consenso, e orientado para o mercado. Com base no existente e na tecnologia comprovada, este sistema permite avaliar o desempenho ambiental de um edifício ao longo do seu ciclo de vida (USGBC, 2009).

Na versão de 2009 deste sistema são usadas as categorias de impacte ambiental definidas pela ferramenta TRACI (*Tool for the Reduction and Assessment Of Chemical and Other Environmental Impacts*), desenvolvida pela *United States Environmental Protection Agency* (EPA), para a definição do peso de cada indicador. A TRACI foi desenvolvida para auxiliar na avaliação do impacte do ciclo de vida, ecologia industrial, desenvolvimento de processos e prevenção da poluição (USGBC, 2009).

Para além de utilizar os dados fornecidos pela ferramenta TRACI, o LEED utiliza também as ponderações apresentadas pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST) e, para as categorias de impacte definidas na ferramenta TRACI, efetua-se uma comparação entre as categorias, por forma a definir um peso relativo para cada categoria.

Para a obtenção dos pesos deste sistema de avaliação procedeu-se do modo que se passa seguidamente a descrever. Primeiramente, para um edifício de referência foram avaliados os impactes ambientais nas seguintes 13 categorias de impacte ambiental:

- Emissão de Gases de Efeito de Estufa;
- Consumo de água;
- Eutrofização;
- Partículas;
- Esgotamento dos Combustíveis Fósseis;
- Toxicidade sobre a Ecologia;
- Oxidação Fotoquímica (smog);
- Utilização do Terreno;
- Acidificação;
- Qualidade do Ar Interior;
- Destruição da Camada de Ozono;
- Saúde Humana: Cancro;
- Saúde Humana: Outras Doenças.

A importância relativa dos impactos de construção em cada categoria é definida para refletir os valores com base no NIST. Nesse processo são também utilizados dados que quantificam os impactos da construção sobre o ambiente e a saúde humana.

Na ferramenta TRACI, os pesos atribuídos a cada categoria de impacto são baseados num estudo desenvolvido pelo *EPA Science Advisory Board* (SAB) e através de um painel de peritos constituído em 2006 por um conjunto de decisores da ferramenta BEES (*Building for Environmental and Economic Sustainability*) (NIST,2007).

No caso do estudo levado a cabo pelo SAB as categorias de impacto são classificadas em 3 níveis: Problemas de Maior Risco; Problemas de Alto Risco e Problemas de Risco Médio.

O resultado da classificação das categorias de impacto nos 3 níveis, por parte do SAB, foi a apresentada na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Classificação das Categorias de Impacte por parte do SAB (NIST, 2007)

Problemas de Maior Risco	Problemas de Alto Risco	Problemas de Risco Médio
Aquecimento Global	Qualidade do Ar Interior	Destruição da Camada do Ozono
Alteração de Habitats	Toxicidade sobre a Ecologia	Oxidação Fotoquímica-Smog
	Saúde Humana	Eutrofização
		Acidificação
		Emissão de Gases Poluentes

Neste estudo não se considerou o Esgotamento de Combustíveis Fósseis e o Uso da Água. No entanto na ferramenta TRACI considera-se que estas categorias se classificam como Problemas de Risco Médio e Problemas de Pequeno Risco, respetivamente (NIST, 2007).

Para transformar essa classificação qualitativa numa classificação numérica (quantitativa), utiliza-se uma análise multicritério, conhecida como *Analytic Hierarchy Process* (AHP), desenvolvida por Thomas L. Saaty (1980).

A metodologia AHP sugere que se efetue uma comparação entre pares recorrendo à escala numérica apresentada na Tabela 2.5.

Tabela 2.5 – Escala numérica utilizada na metodologia AHP (NIST, 2007)

Escala Numérica	Descrição
1	Dois impactos contribuem igualmente para o objetivo (neste caso, desempenho ambiental);
3	A experiência e o juízo favorecem ligeiramente um impacto sobre outro
5	A experiência e o juízo favorecem fortemente um impacto sobre outro
7	Um impacto é favorecido de forma muito forte sobre outro, sendo o seu domínio demonstrado na prática
9	As provas favorecendo um impacto em relação a outro é da maior ordem possível de afirmação
2,4,6,8	Quando o compromisso entre os valores de 1,3,5,7 e 9 é necessário

Aplicando a metodologia AHP ao estudo do SAB pode-se obter, em função da comparação qualitativa entre duas categorias de impacto, a comparação numérica. Estes resultados encontram-se apresentados na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Conversão de comparação qualitativa para comparação numérica (NIST, 2007)

Comparação de Importância Verbal	Valor Numérico de Comparação
Maior Risco vs. Pequeno Risco	6
Maior Risco vs. Médio Risco	3
Maior Risco vs. Alto Risco	1,5
Alto Risco vs. Pequeno Risco	4
Alto Risco vs. Médio Risco	2
Médio Risco vs. Pequeno Risco	2

Como resultado da análise AHP foi apresentada uma proposta para a importância relativa de cada categoria apresentada na Figura 2.4.

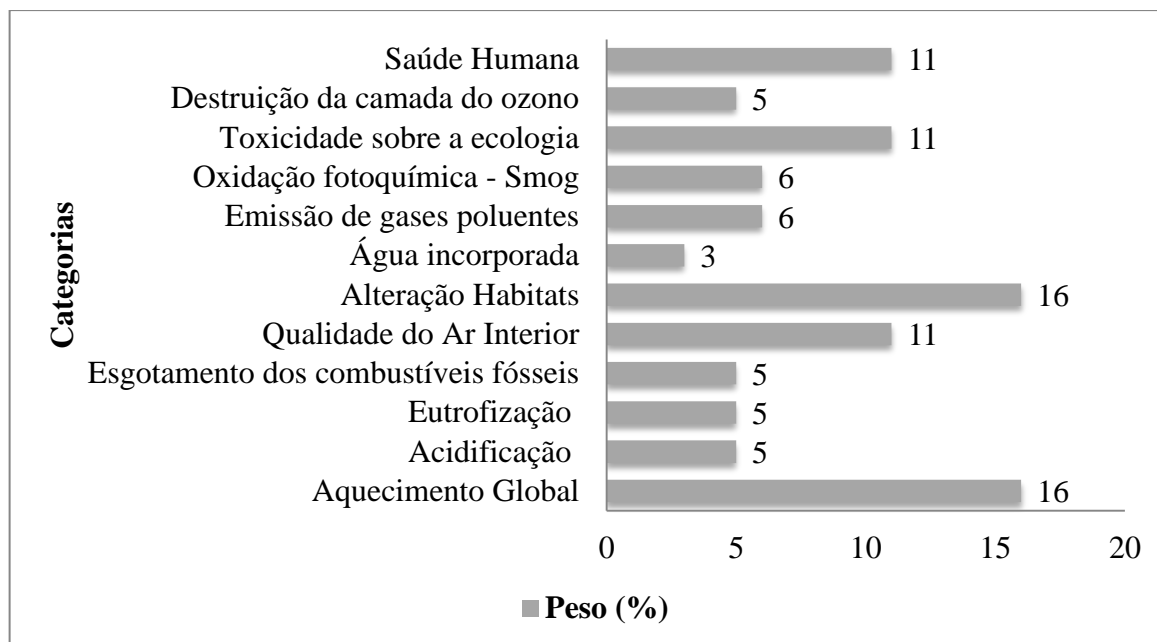


Figura 2.4 - Importância relativa das categorias de impacto segundo EPA Science Advisory Board (NIST,2007)

Na versão 4.0 da ferramenta BEES foi incluída também a proposta apresentada por um painel de peritos composto por um conjunto de decisores do setor da construção, que era composto por produtores (por exemplo, produtores de produtos de construção), utilizadores (por exemplo, projetistas de edifícios sustentáveis) e especialistas de LCA (Life Cycle Analysis – Análise de Ciclo de Vida). Neste estudo participaram dezanove peritos, sete produtores, sete utilizadores e cinco especialistas LCA.

O painel atribuiu pesos a todas as categorias de impacto mediante a sua importância no Curto Prazo (0 a 10 anos), Médio Prazo (de 10 a 100 anos) e Longo Prazo (>100 anos). Para sintetizar os valores dos 3 horizontes temporais num só valor para cada categoria de impacto, foram atribuídos os pesos de 24%, 31% e 45%, à análise de Curto Prazo, Médio Prazo e Longo Prazo, respetivamente (NIST,2007).

De acordo com os resultados obtidos, o peso de cada uma das diferentes categorias de impacto será dado pela Equação 2.1.

$$\text{Peso da categoria de impacto} = 0,24 \times \text{Curto Prazo} + 0,31 \times \text{Médio Prazo} + 0,45 \times \text{Longo Prazo} \quad [2.1]$$

O resultado final deste estudo encontra-se apresentado na Figura 2.5.

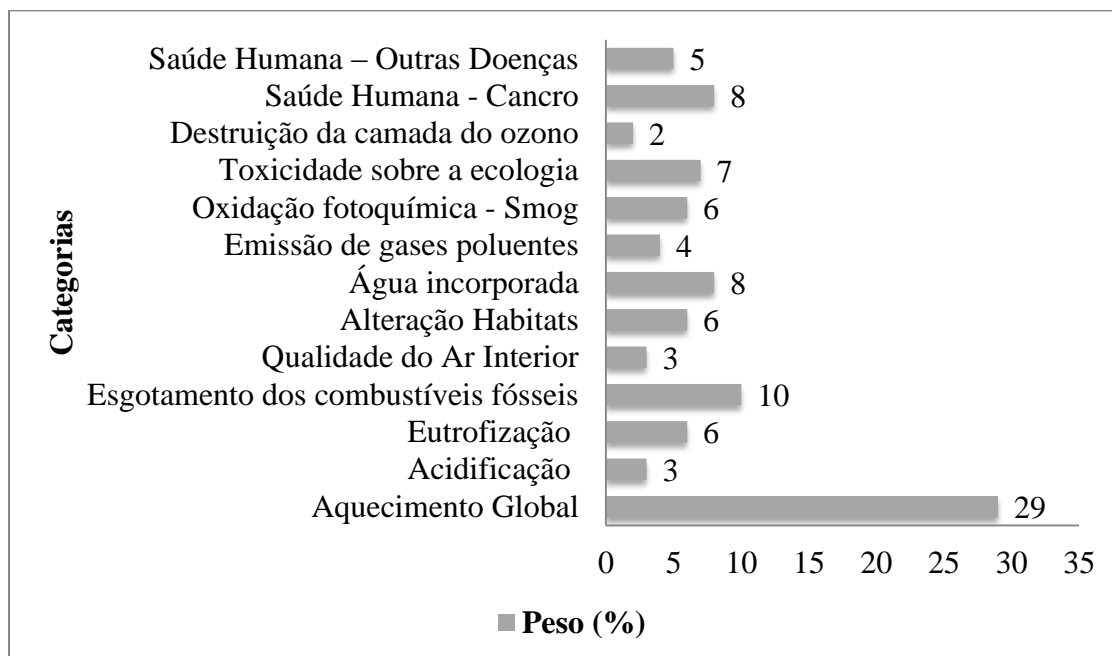


Figura 2.5 - Importância relativa das categorias de impacte ambiental segundo painel de decisores da construção da ferramenta BEES (NIST, 2007)

Todos os sistemas de classificação LEED têm 100 pontos-base. Com a categoria Inovação no Projeto e Prioridade Regional é possível obter até 10 pontos de bónus (USGBC, 2009).

Os pontos serão obtidos para cada indicador se as condições definidas na metodologia forem cumpridas, isto é, se as condições constantes no manual da metodologia LEED 2009 forem satisfeitas na avaliação consideram-se os pontos possíveis para o mesmo. Esses pontos, bem como os critérios e pré-requisitos de cada categoria podem ser consultados na Tabela 2.7. No caso de existir um intervalo de valores para os pontos possíveis, o manual estabelece, em função de certas condições, os pontos a atribuir.

Analogamente ao que acontece no sistema BREEAM, também no LEED é dada maior pontuação aos parâmetros que apresentam maior importância na avaliação do desempenho ambiental.

Tabela 2.7 - Lista das categorias, pré-requisitos, critérios e pontos possíveis na versão 2009 do sistema LEED (USGBC, 2009)

Categoria	Pré-requisitos	Critérios	Pontos possíveis
Locais sustentáveis	1 – Prevenção da poluição na atividade da construção	1 – Escolha do local	1
		2 – Densidade de desenvolvimento e conectividade comunitária	5
		3 – Reaproveitamento de terrenos utilizados	1
		4 – Alternativa de transporte	
		4.1 – Acesso a transportes públicos	6
		4.2 – Armazenamento de bicicletas e balneários	1
		4.3 – Veículos de baixa emissão e eficientes	3
		4.4 – Capacidade de estacionamento	2
		5 – Desenvolvimento do local	
		5.1 – Proteger ou restaurar o <i>habitat</i>	1
		5.2 – Maximizar o espaço aberto	1
		6 – Aproveitamento de águas pluviais	
		6.1 – Controlo de quantidade	1
		6.2 – Controlo de qualidade	1
		7 – Efeito de ilha de calor	
		7.1 – Fora da cobertura	1
		7.2 – Cobertura	1
		8 – Redução de poluição luminosa	1
Eficiência da água	1 – Redução do uso de água	1 – Modelação do terreno para gestão eficiente da água	2 – 4
		2 – Aproveitamento de Águas Residuais e de Águas Pluviais	2
		3 – Redução do uso de água	2 – 4
Energia e atmosfera	1 – Colocação em serviço de Sistemas de Energia na Construção 2 – Requisitos mínimos de desempenho 3 – Gestão de refrigerantes	1 – Otimização o desempenho energético	1 – 19
		2 – Energias renováveis no local	1 – 7
		3 – Comissionamento avançado	2
		4 – Gestão de refrigeração melhorada	2
		5 – Medição e verificação	3
		6 – Energia renovável	2

Tabela 2.7 (Continuação) – Lista das categorias, pré-requisitos, critérios e pontos possíveis na versão 2009 do sistema LEED (USGBC, 2009)

Categoria	Pré-requisitos	Critérios	Pontos possíveis
Materiais e recursos	1 – Recolha e armazenamento de materiais recicláveis	1 – Reutilização de construção	
		1.1 – Manter paredes, pisos e telhado existentes	1 – 3
		1.2 – Manter elementos Interiores não Estruturais existentes	1
		2 – Gestão de Resíduos de Construção	1 – 2
		3 – Reutilizar materiais	1 – 2
		4 – Conteúdo reciclado	1 – 2
		5 – Materiais regionais	1 – 2
		6 – Materiais rapidamente renováveis	1
		7 – Madeira certificada	1
Qualidade do ambiente interior	1 – Desempenho de qualidade do ar interior mínimo 2 – Controlo do fumo de tabaco no ambiente (ETS)	1 – Sistema de distribuição de ar exterior	1
		2 – Aumento de ventilação	1
		3 – Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior na construção	
		3.1 – Durante a construção	1
		3.2 – Depois da ocupação	1
		4 – Materiais de baixa emissão	
		4.1 – Adesivos e selantes	1
		4.2 – Tintas e vernizes	1
		4.3 – Sistemas de piso	1
		4.4 – Madeira compósita e produtos ou fibras orgânicas	1
		5 – Químicos interiores e controle de origem de Poluentes	1
		6 – Controlabilidade dos sistemas	
		6.1 – Iluminação	1
		6.2 – Controlo do conforto térmico	1
		7 – Conforto térmico	
		7.1 – Projeto	1
		7.2 – Verificação	1
		8 – Luz do dia e vistas	
		8.1 – Luz do dia	1
		8.2 – Vistas	1
Inovação no Projeto		1 – Inovação no Projeto	1 -5
		2 – Profissional acreditado LEED	1
Prioridade Regional		1 – Prioridade Regional	1-4

Tendo como base a Tabela 2.7, encontra-se apresentado na Figura 2.6 os pontos possíveis em cada uma das categorias.

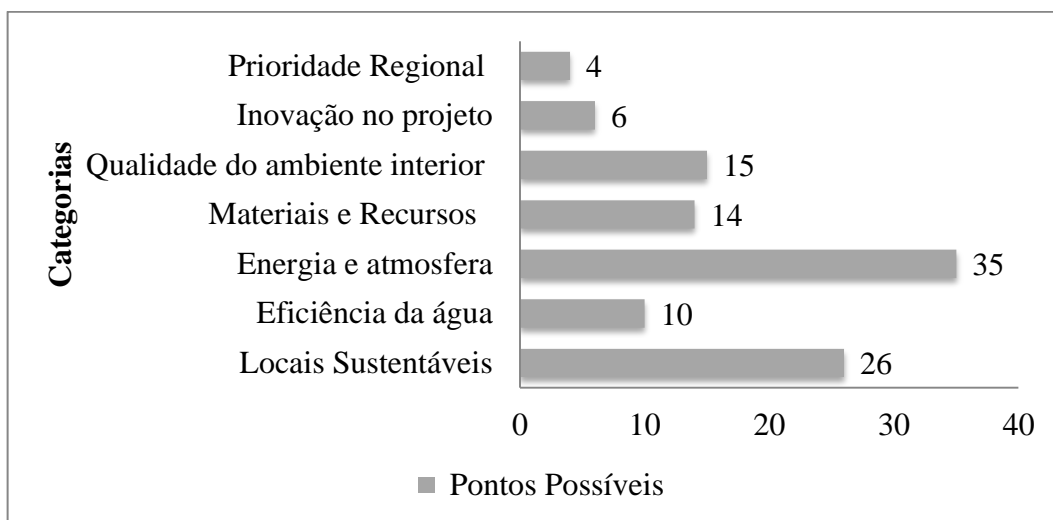


Figura 2.6 - Pontos possíveis em cada uma das categorias (USGBC, 2009)

Para obter o resultado final, efetua-se a soma da pontuação obtida ao nível de cada indicador, para o edifício em estudo. Esse valor permite obter classificação LEED do mesmo, através das condições apresentadas na Tabela 2.8.

Tabela 2.8 - Classificação LEED

Classificação	Pontuação Obtida (pontos)
Certified (Certificado)	40 - 49
Silver (Prata)	50 - 59
Gold (Ouro)	60 - 79
Platinum (Platina)	80 ou mais

2.3. Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE)

Um outro sistema de avaliação da sustentabilidade com grande expressão é o **CASBEE**. O sistema CASBEE foi desenvolvido por uma comissão de investigação criada em 2001, no Japão, como parte de um projeto conjunto do setor industrial, governo e centros de investigação, com o apoio do Ministério da Terra, Infraestruturas, Transportes e Turismo. A ferramenta de avaliação desenvolvida em primeiro lugar foi o CASBEE para Edifícios de Serviços, que foi concluída em 2002. Posteriormente, em 2003, foi lançado o CASBEE para

Edifícios Novos. Em Julho de 2004 foi apresentado o CASBEE para Edifícios Existentes. Por último surgiu o CASBEE para Renovação, no mês de Julho do ano de 2005 (IBEC, 2010).

O recém-formado JSBC (*Japan Sustainable Building Consortium*) e os seus subcomités são responsáveis pela gestão global do sistema CASBEE, e o secretariado é gerido pelo *Institute for Building Environment and Energy Conservation* (IBEC) (IBEC, 2006).

Os instrumentos de avaliação CASBEE foram desenvolvidos com base nos seguintes três princípios:

- 1 - Avaliação abrangente ao longo de todo o ciclo de vida do edifício;
- 2 - Avaliação da "Qualidade do Ambiente Construído (Q)" e "Carga do Ambiente Construído (L)";
- 3 - Avaliação baseada no recém-desenvolvido indicador Building Environmental Efficiency (BEE) (IBEC, 2010).

O fator Q (Qualidade do Ambiente Construído), avalia a melhoria da qualidade de vida para os habitantes do edifício, dentro de um espaço fechado hipotético (a propriedade privada).

O fator L (Carga do Ambiente Construído), avalia os aspetos negativos do impacte ambiental de um espaço fechado hipotético (propriedade privada) sobre o ambiente exterior (IBEC, 2011).

O valor do indicador BEE é dado pelo quociente entre o valor de Q e o valor de L, como se mostra na Equação 2.2.

$$BEE = \frac{Q}{L} \quad [2.2]$$

Na classificação da avaliação de desempenho, quanto maior o valor Q e quanto menor o valor de L é, melhor é a solução (Mateus et al, 2011). Os fatores Q e L englobam diversas categorias de impacte (principais, intermédias e subcategorias), sendo essas apresentadas na Tabelas 2.9 e 2.10. Nesta versão da ferramenta CASBEE o fator L é referido como LR.

Tabela 2.9 - Critérios de avaliação incluídos em Q (IBEC, 2010)

Q: Qualidade do Ambiente Construído		
Categoria Principal	Categoria Intermédia	Subcategoria
Q1: Ambiente interno	1. Som Ambiente	1.1 – Ruído
		1.2 – Isolamento Acústico
		1.3 – Absorção Sonora
	2. Conforto Térmico	2.1 – Controlo de Temperatura Ambiente
		2.2 – Controlo de Humidade
		2.3 – Tipo de Sistema de Ar Condicionado
	3. Luz e Iluminação	3.1 – Luz do Dia
		3.2 – Medidas Antirreflexo
		3.3 – Nível de Iluminância
		3.4 – Controlabilidade da Iluminação
	4. Qualidade do Ar	4.1 – Controlo da Fonte
		4.2 – Ventilação
		4.3 – Plano de Operação
Q2: Qualidade de Serviço	1. Capacidade de Serviço	1.1 – Funcionalidade e Usabilidade
		1.2 – Comodidade
		1.3 – Gestão da Manutenção
	2. Durabilidade e Fiabilidade	2.1 - Resistência aos Sismos
		2.2 – Vida Útil dos Componentes
		2.4 – Fiabilidade
	3. Flexibilidade e Adaptabilidade	3.1 – Margem Espacial
		3.2 – Margem de Carga do Piso
		3.3 – Renovabilidade do Sistema
Q3: Ambiente Exterior no Local	1. Preservação e Criação de Biótopos	
	2. Paisagem Urbana e Rural	
	3. Características Locais e Comodidade ao Ar Livre	3.1 - Atenção ao Caráter Local e Melhoria do Conforto
		3.2 - Melhoria do Ambiente Térmico no Local

Tabela 2.10 - Critérios de avaliação incluídos em LR (IBEC, 2010)

LR: Carga do Ambiente Construído		
Categoria Principal	Categoria Intermédia	Subcategoria
LR1: Energia	1. Construção de Carga Térmica	
	2. Utilização de Energia Natural	
	3. Eficiência no Sistema de Construção	
	4. Operação Eficiente	4.1 – Monitorização
		4.2 – Operação e Gestão do Sistema
LR2: Recursos e Materiais	1. Recursos Hídricos	1.1 – Poupança de Água
		1.2 – Águas das Chuvas e Águas Cinzentas
	2. Redução do Uso de Recursos não Renováveis	2.1 – Redução do Uso de Materiais
		2.2 – Utilização Contínua de Armações Estruturais Existentes
		2.3 - Utilização de Materiais Reciclados como Sistema Estrutural
		2.4 – Utilização de Materiais Reciclados como Materiais não-Estruturais
		2.5 – Madeira Proveniente de Floresta Sustentável
		2.6 - Esforços para Aumentar a Reutilização de Componentes e Materiais
	3. Evitar o Uso de Materiais com Conteúdo Poluente	3.1 - Uso de materiais sem Substâncias Nocivas
		3.2 – Eliminação dos CFCs e Halons
LR3: Meio Ambiente fora do Local	1. Consideração do Aquecimento Global	
	2. Consideração do Meio Ambiente Local	2.1 – Poluição do Ar
		2.2 – Efeito Ilha de Calor
		2.3 – Carga na Infraestrutura Local
	3. Consideração do Ambiente Envolvente	3.1 – Ruído, Vibração e Odor
		3.2 – Danos causados pelo Vento/Areia e Obstrução da Luz Solar
		3.3 – Poluição Luminosa

Para as categorias de avaliação existentes na metodologia CASBEE, com o objetivo de encontrar a classificação final, desenvolveram-se coeficientes de ponderação. Os coeficientes de ponderação entre as categorias de avaliação não devem ser determinados apenas com base no conhecimento científico. Estes consideram também a valorização e perceções das várias partes interessadas, tais como projetistas, proprietários, gerentes e autoridades relacionadas (IBEC, 2010).

No sistema CASBEE, para se obterem os coeficientes de ponderação, os peritos do CASBEE *Research and Development Committee*, efetuaram uma votação entre eles, para obter um valor que congregasse a opinião de todos. Os mesmos peritos desenvolveram ainda casos de estudo, para que os valores apresentados para os coeficientes de ponderação tivessem uma melhor fundamentação. Foi também realizado um questionário a projetistas, proprietários, trabalhadores e utilizadores, num total de 110 amostras validadas. Para obter a importância relativa de cada categoria, aplicou-se o método Analytic Hierarchy Process (AHP).

No entanto, na versão de 2008 do sistema CASBEE para Edifícios Novos, foi adicionado o estudo do aquecimento global na categoria LR3. Devido à importância social desta avaliação, houve a necessidade de realizar-se um novo inquérito alargado, para o qual se obtiveram 254 respostas válidas, que serviram para atualizar o valor dos coeficientes de ponderação (IBEC, 2010).

Os valores dos coeficientes de ponderação obtidos apresentam-se na Tabela 2.11.

Tabela 2.11 - Coeficientes de ponderação para as diferentes Categorias de Avaliação (IBEC, 2010)

Categorias de Avaliação	Coeficientes	
	Restantes Edifícios	Edifícios Industriais
Q1: Ambiente Interno	0,40	0,30
Q2: Qualidade de Serviço	0,30	0,30
Q3: Ambiente Exterior no Local	0,30	0,40
LR1: Energia	0,40	
LR2: Recursos e Materiais	0,30	
LR3: Meio Ambiente fora do Local	0,30	

Da informação contida na Tabela 2.11 pode-se verificar que no caso das categorias pertencentes ao fator Q, os coeficientes variam mediante o tipo de edifício, como se encontra apresentado na Figura 2.7. Para as categorias pertencentes ao fator LR, os respetivos coeficientes de ponderação são sempre os mesmos independentemente do tipo de edifício, como se mostra na Figura 2.8.

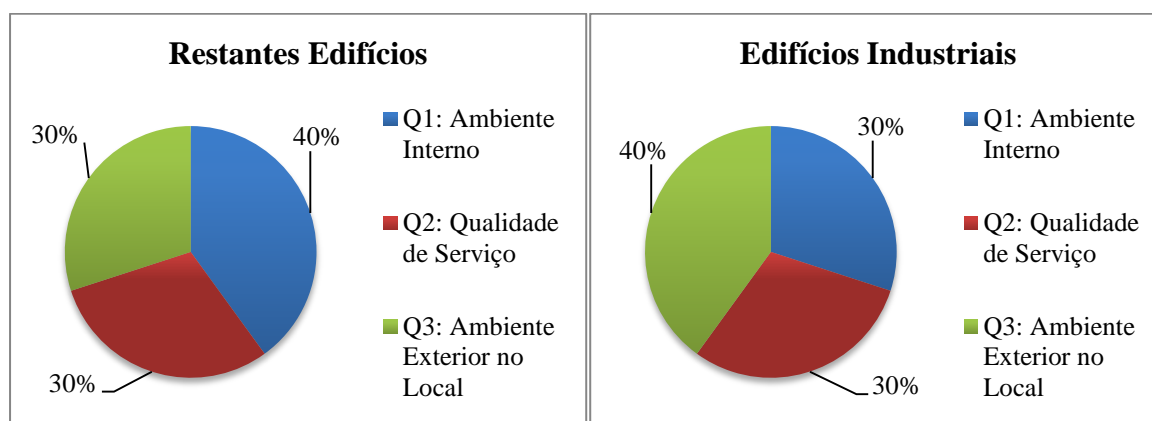


Figura 2.7 - Coeficientes de ponderação para as categorias pertencentes ao fator Q, em função do tipo de edifício (IBEC, 2010)

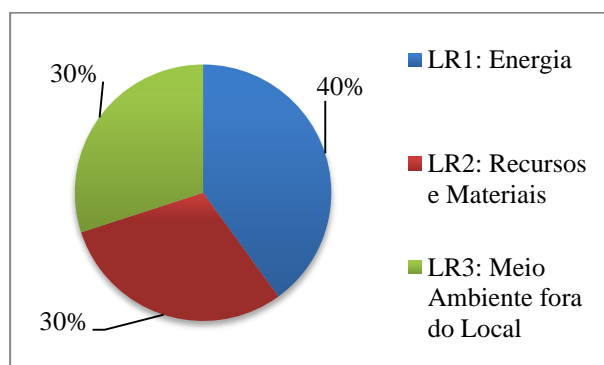


Figura 2.8 - Coeficientes de ponderação para as categorias pertencentes ao fator LR (IBEC, 2010)

Para cada categoria em avaliação, utilizam-se os critérios de avaliação, que são compostos por 5 níveis (de 1 até 5), no qual mediante o cumprimento de condições expressas no manual da ferramenta, é atribuído um determinado nível a uma categoria. No *software* do sistema CASBEE, será na chamada *Score Sheet* que será obtido o valor de SQ e de SLR, que são o resultado para Qualidade do Ambiente Construído e Carga do Ambiente Construído, respetivamente. Depois de ser atribuído o nível à categoria, esse nível será multiplicado pelo coeficiente de ponderação da mesma. Por fim são somados os valores de todas as categorias que compõem Q e LR, através da utilização das Equações 2.3 e 2.4.

$$SQ = (Resultado\ Q1 \times Coeficiente\ Q1) + (Resultado\ Q2 \times Coeficiente\ Q2) + \quad [2.3]$$

$$+ (Resultado\ Q3 \times Coeficiente\ Q3)$$

$$SLR = (Resultado\ LR1 \times Coeficiente\ LR1) + (Resultado\ LR2 \times Coeficiente\ LR2) + \quad [2.4]$$

$$+ (Resultado\ LR3 \times Coeficiente\ LR3)$$

Depois de obtidos os resultados de SQ e SLR, obtém-se o valor de BEE, através da Equação 2.5.

$$BEE = \frac{Q}{L} = \frac{25 \times (SQ - 1)}{25 \times (5 - SLR)} \quad [2.5]$$

Com o valor de BEE, pode-se atribuir a classificação CASBEE, a um determinado edifício, segundo a Tabela 2.12.

Tabela 2.12 - Classificação CASBEE

Classificação	Avaliação	Valor BEE	Expressão
S	Excelente	BEE=3,0 ou mais e Q=50 ou mais	★★★★★
A	Muito Bom	BEE=entre 1,5 e 3,0 BEE=3,0 ou mais e Q=menor que 50	★★★★★
B ⁺	Bom	BEE=entre 1,0 e 1,5	★★★★
B ⁻	Menos Bom	BEE=entre 0,5 e 1,0	★★★
C	Fraco	BEE=menor que 0,5	★

Na Figura 2.9 apresenta-se um exemplo de classificação BEE.

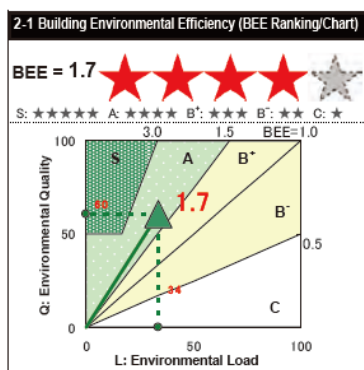


Figura 2.9 - Exemplo de classificação BEE (IBEC, 2010)

2.4. Sustainable Building Tool (SBTool)

O sistema SBTool é um sistema de avaliação e certificação da sustentabilidade utilizado no *Sustainable Building Challenge* (SBC). Este método tem estado em desenvolvimento no processo *Green Building Challenge* (GBC), desde 1996, por um grupo de mais de uma dúzia de equipas. O processo GBC foi lançado pelo *Natural Resources Canada*, mas a responsabilidade foi entregue à *International Initiative for a Sustainable Built Environment* (iiSBE) em 2002.

O método genérico e o *software* são calibrados por equipas nacionais autorizadas, para que o sistema reflita a importância relativa dos problemas de desempenho da região em estudo, tendo em atenção as suas condições locais específicas. Por exemplo ao nível da categoria Alterações Climáticas, essa questão pode ter um determinado peso num país, e um peso mais elevado ou mais reduzido noutro país, pelo que se torna importante, a realização da adaptação do método em função da zona onde o mesmo será aplicado (iiSBE, 2007).

Além de adaptarem os pesos atribuídos a cada categoria, as equipas nacionais podem também proceder à possível remoção de alguns parâmetros a avaliar, se os mesmos não tiverem aplicação na região em estudo (iiSBE, 2007).

Na versão de 2011 do SBTool são definidas 7 Categorias de sustentabilidade (de A até G), cada uma composta por Indicadores, que por sua vez incluem a análise de determinados Parâmetros. Na edição de 2011 do SBTool existem 157 Parâmetros potencialmente avaliáveis. Dos Parâmetros apresentados, não é necessário a avaliação de todos, sendo feita a seleção dos que se apresentam importantes para o edifício em questão. Existem, no entanto, Parâmetros de avaliação obrigatória, que se encontram identificados, na folha de cálculo do sistema SBTool.

Na Tabela 2.13 apresenta-se, a lista das Categorias e Indicadores, integrados na ferramenta SBTool. Optou-se pela não colocação da lista dos Parâmetros, pelo facto de ser muito extensa. Mais informação sobre este sistema poderá ser encontrada na página de internet do iiSBE (iiSBE, 2012).

Para as diversas Categorias, Indicadores e Parâmetros, é necessário definir o seu respetivo peso.

Tabela 2.13 - Listagem dos Categorias e dos Indicadores do sistema SBTool 2011 (iiSBE, 2011)

Categorias	Indicadores Avaliados
A - Recuperação do Local e Desenvolvimento, Urbanismo e Infraestruturas	A1 – Recuperação do Local e Desenvolvimento
	A2 – Urbanismo
	A3 – Projeto de Infraestruturas e Serviços
B – Consumo de Energia e de Recursos	B1 - Ciclo de Vida total de energias não-renováveis
	B2 - Pico de consumo elétrico para as operações de instalação
	B3 – Uso de materiais
	B4 - Consumo de Água Potável, Águas Pluviais, e Águas Cinzentas
C – Cargas Ambientais	C1 – Emissão de Gases de Efeito de Estufa
	C2 – Emissão de Outros Gases
	C3 – Resíduos Sólidos e Líquidos
	C4 – Impactes no Local
	C5 – Outros Impactes Locais e Regionais
D - Qualidade Ambiental no Interior	D1 - Qualidade do Ar Interior e Ventilação
	D2 – Temperatura do Ar e Humidade Relativa
	D3 – Iluminação Natural e Artificial
	D4 – Ruído e Acústica
	D5 – Controlo de emissões eletromagnéticas
E – Qualidade do Serviço	E1 – Segurança e Proteção
	E2 – Funcionalidade e Eficiência
	E3 - Controlabilidade
	E4 – Flexibilidade e Adaptabilidade
	E5 – Otimização e manutenção do desempenho ambiental
F – Aspetos Sociais, Culturais e Percetuais	F1 – Aspetos Sociais
	F2 – Cultura e Património
	F3 – Aspetos percetuais
G – Custo e Aspetos Económicos	G1 – Custo e Economia

Apesar de certos parâmetros apresentarem importância à escala global, o peso de outros, como o consumo de água, a utilização de terrenos agrícolas ou a preservação dos valores patrimoniais, podem variar de região para região. Desta forma, estabeleceu-se uma estrutura que permite que os pesos possam ser ajustados por entidades independentes autorizadas, de acordo com as necessidades regionais. Neste sistema, a soma total do peso de todos os critérios é sempre 100% (iiSBE, 2011).

Os pesos de cada parâmetro são atribuídos tendo por base quatro aspetos. Os aspetos são a Existência de Efeito Potencial; a Duração do Efeito Potencial; a Intensidade do Efeito

Potencial; e o Sistema Primário Diretamente Afetado. Para estes aspetos atribuem-se pontuações crescentes, conforme a sua importância, de acordo com as condições apresentadas na Tabelas 2.14, 2.15, 2.16 e 2.17.

Tabela 2.14 - Pontuação ao nível da Existência de Efeito Potencial (iiSBE, 2011)

Pontos Atribuídos	Descrição
1	Edifício
2	Local / Projeto
3	Vizinhança
4	Zona urbana / Região
5	Global

Tabela 2.15 - Pontuação ao nível da Duração do Efeito Potencial (iiSBE, 2011)

Pontos Atribuídos	Descrição
1	1 a 3 anos
2	3 a 10 anos
3	10 a 30 anos
4	30 a 75 anos
5	Mais que 75 anos

Tabela 2.16 - Pontuação ao nível da Intensidade do Efeito Potencial (iiSBE, 2011)

Pontos Atribuídos	Descrição
1	Menor
2	Moderado
3	Maior

Tabela 2.17 - Pontuação ao nível do Sistema Primário Diretamente Afetado (iiSBE, 2011)

Pontos Atribuídos	Descrição
1	Manutenção
1	Custos e Economia
2	Conforto e Bem-estar
2	Recursos não Energéticos
3	Recursos Energéticos
3	Recursos Hídricos
4	Saúde Humana
4	Sistemas Ecológicos
5	Salvaguarda da Vida Humana
5	Sistema Climático

Para além da atuação destes 4 aspetos, como já referido anteriormente poderá haver ajustes regionais aos pesos (pontuação entre 1 e 5, com 1 para muito menos e 5 para muito mais).

Depois de efetuada esta análise, obtém-se os pesos para cada Parâmetro a analisar. A soma dos pesos dos Parâmetros que compõem um Indicador, representa o peso do Indicador. Por exemplo o peso do Indicador A1 é igual à soma dos pesos dos Parâmetros que o constituem, ou seja, a soma do peso de A1.1 com A1.2 e A1.3.

Depois de obtidos os pesos de cada Indicador, o peso correspondente a uma Categoria, é dado pela soma dos pesos dos Indicadores que a compõem. Para uma melhor percepção do mecanismo de atribuição de pesos acima descrito, apresenta-se na Figura 2.10 a matriz utilizada na ferramenta informática SBTool para a definição dos pesos.

A Site Regeneration and Development, Urban Design and Infrastructure						21,6%	Note that all weights established in this worksheet are applicable to a specific building type and region, but must NOT be set to suit the characteristics of a particular project.									
A1 Site Regeneration and Development						11,6%										
A1.1	Protection and restoration of wetlands.	1	540	540	For large projects	2,15%	3	OK	3	Neighborhood	5	>75 years	3	Major	4	Ecological systems
A1.2	Protection and restoration of coastal environments.	1	540	540	For large projects	2,15%	3	OK	3	Neighborhood	5	>75 years	3	Major	4	Ecological systems
A1.3	Reforestation for carbon sequestration, soil stability and biodiversity.	1	720	720	For large projects	2,86%	3	OK	4	Urban / Region	5	>75 years	3	Major	4	Ecological systems
A1.4	Development or maintenance of wildlife corridors.	1	384	384	For large projects	1,53%	3	OK	4	Urban / Region	4	30 to 75 years	2	Moderate	4	Ecological systems
A1.5	Remediation of contaminated soil, groundwater or surface water.	1	240	240		0,95%	3	OK	2	Site / project	5	>75 years	2	Moderate	4	Ecological systems
A1.6	Shading of building(s) by deciduous trees.	1	216	216		0,86%	3	OK	2	Site / project	4	30 to 75 years	3	Major	3	Energy resources
A1.7	Use of vegetation to provide ambient outdoor cooling.	1	36	36		0,14%	3	OK	2	Site / project	3	10 to 30 years	2	Moderate	1	Servicability

Figura 2.10 - Aspeto da obtenção dos pesos na ferramenta informática SBTool 2011 (iiSBE, 2011)

Na Figura 2.10, a título exemplificativo, está apresentada a Categoria A (Regeneração do Local e Desenvolvimento, Urbanismo e Infraestruturas), que é composta pelos Indicadores A1 (Recuperação do Local e Desenvolvimento), A2 (Urbanismo) e A3 (Projeto de Infraestruturas e Serviços). Na Figura 2.10 apenas se apresenta o Indicador A1, e parte dos Parâmetros que deste fazem parte (A1.1 a A1.7). Para definir os pesos a atribuir aos Parâmetros de avaliação recorre-se à pontuação definida para os 4 aspetos referidos acima (Existência de Efeito Potencial; Duração do Efeito Potencial; Intensidade do Efeito Potencial; e Sistema Primário Diretamente Afetado). A pontuação é determinada com base nos princípios apresentados nas Tabelas 2.14 a 2.17. Depois de efetuada a avaliação destes aspetos, obtém-se o peso do Parâmetro. Por exemplo, para o Parâmetro de avaliação A1.1 e recorrendo à Figura 2.10,

obteve-se o peso de 2,15%, procedendo-se de forma análoga para todos os restantes Parâmetros de avaliação.

Depois de obtidos os pesos a utilizar, pode-se realizar a avaliação de todas as Categorias. No SBTool estão presentes folhas de cálculo para todas as Categorias (de A até G), no qual os pesos anteriormente calculados para cada parâmetro estão presentes. A avaliação pode envolver duas fases do ciclo de vida: Fase de Projeto e Fase de Utilização.

No sistema SBTool, para a avaliação dos diferentes Parâmetros recorre-se a um sistema de *Benchmarks*. Os *benchmarks*, ou condições de referência para o desempenho, permitem classificar de forma relativa o desempenho do edifício em avaliação, ao nível de cada um dos parâmetros, usando uma escala pré-definida.

Os *Benchmarks* são de dois tipos: aqueles que podem ser expressos em valores numéricos (parâmetros quantitativos); e outros que são melhor descritos em forma de texto (parâmetros qualitativos). Em todos os casos, os valores de desempenho estão relacionados com uma escala que varia de -1 a 5, tal como se apresenta na Tabela 2.18 (iiSBE, 2007).

Tabela 2.18 – Níveis de classificação do desempenho, segundo o SBTool 2011 (iiSBE, 2007)

Escala	Classificação
-1	Negativo
0	Desempenho mínimo aceitável (geralmente, mas nem sempre definido por regulamento)
3	Boas Práticas
5	Melhores Práticas

Nas Tabelas 2.19 e 2.20 estão apresentados exemplos de *Benchmark* qualitativos e quantitativos respetivamente, nos quais se pode conferir a escala de desempenho de -1 a 5, mediante determinados critérios.

Como é de esperar, os níveis de desempenho ligados a cada pontuação variam mediante a localização e, muitas vezes, em função do tipo de construção. Por esse motivo o sistema SBTool requer que entidades locais definam níveis de desempenho adequados. No caso de parâmetros quantitativos, as entidades definem 2 valores numéricos nos níveis 0

(Desempenho mínimo aceitável) e 5 (melhores práticas), que define a inclinação de uma linha para os níveis de desempenho -1 e 3 (iiSBE,2007).

Tabela 2.19 – Exemplo de *Benchmark* qualitativo do sistema SBTool 2011 (iiSBE,2011)

Avaliação Qualitativa	Critério de Avaliação de Projeto	Valor de Desempenho
Negativo	Estudos de impacto ambiental em Pré e Pós-construção indicam que a funcionalidade do ambiente costeiro será degradada	-1
Desempenho mínimo aceitável	Estudos ecológicos em Pré e Pós-construção indicam que a funcionalidade do ambiente costeiro é mantida ou melhorada ligeiramente	0
Boa Prática	Estudos ecológicos em Pré e Pós-construção indicam que a funcionalidade do ambiente costeiro é mantida ou, no caso de danos anteriores, é consideravelmente melhorada	3
Melhor Prática	Estudos ecológicos em Pré e Pós-construção indicam que a funcionalidade do ambiente costeiro é mantida ou, no caso de dano anterior por outros, é melhorada a seu estado original e intacta	5

Tabela 2.20 – Exemplo de *Benchmark* quantitativo do sistema SBTool 2011 (iiSBE,2011)

Avaliação Quantitativa	Critério de Avaliação de Projeto	Porcentagem	Valor de Desempenho
Negativo	A percentagem de área ajardinada (excluindo áreas pavimentadas) plantada com espécies autóctones é de aproximadamente:	40%	-1
Desempenho mínimo aceitável		50%	0
Boa Prática		80%	3
Melhor Prática		100%	5

Depois de avaliados todos os Parâmetros, Indicadores e Categorias, pode-se efetuar a classificação SBTool.

2.5. Ilações retiradas após estudo dos sistemas BREEAM, LEED, CASBEE e SBTool

Após a realização do estudo dos 4 sistemas de avaliação da sustentabilidade apresentados neste capítulo, pode-se concluir que a metodologia de obtenção dos pesos não é a mesma. Esse facto é interessante do ponto de vista do trabalho a desenvolver, pois permite com o conhecimento alargado acerca dos diferentes métodos, optar por aquele ou aqueles que mais se adequam ao fim em vista.

Alguns dos sistemas estudados, nomeadamente o BREEAM, o LEED e o CASBEE, assentam em propostas elaboradas por painéis de peritos designados para o efeito. No caso do SBTool os pesos são obtidos através da avaliação da importância de cada indicador para o impacte ambiental, de acordo com alguns critérios.

Da análise dos pesos atribuídos a cada uma das categorias que compõem cada uma das 4 metodologias estudadas, pode-se verificar que existem categorias idênticas em diferentes metodologias, e por isso, é possível efetuar uma comparação entre os pesos que são atribuídos às diferentes categorias. Outro aspeto importante é que esta comparação apenas é possível para as metodologias para as quais os pesos têm valores fixos que, dentro dos sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade estudados, são o BREEAM e o LEED. A Tabela 2.21 resume as categorias de cada metodologia e o peso de cada categoria na avaliação do nível de desempenho global.

Tabela 2.21 – Categorias e respetivos pesos nos sistemas BREEAM 2011 (BREEAM, 2011) e LEED 2009 (USGBC, 2009)

BREEAM 2011 Edifícios Novos	%	LEED 2009	Pontos Possíveis
Gestão	12	Locais Sustentáveis	26
Saúde e Bem-estar	15	Eficiência da água	10
Energia	19	Energia e atmosfera	35
Transporte	8	Materiais e Recursos	14
Água	6	Qualidade do ambiente interior	15
Materiais	12,5	Inovação no projeto	6
Resíduos	7,5	Prioridade Regional	4
Utilização do terreno e ecologia	10		
Poluição	10		
Inovação (opcional)	10		
TOTAL	110	TOTAL	110

Da análise da Tabela 2.21 pode-se verificar que existem categorias comuns ou muito idênticas em ambos os sistemas. Desta forma e, para se proceder à análise comparativa do peso de cada categoria, procede-se ao agrupamento das mesmas, tal como apresentado na Tabela 2.22.

Tabela 2.22 – Peso de cada categoria nos sistemas BREEAM e LEED

Categoria	BREEAM 2011	LEED 2009
Gestão	12	
Saúde e Bem-estar / Qualidade do ambiente interior	15	15
Energia /Energia e atmosfera	29	35
Transporte	8	
Água / Eficiência da água	6	10
Materiais / Materiais e recursos	20	14
Utilização do terreno e ecologia / Locais Sustentáveis	10	26
Inovação / Inovação no projeto	10	6
Prioridade Regional		4
TOTAL	110	110

Para uma melhor interpretação dos dados constantes na Tabela 2.22, possibilitando uma mais fácil comparação entre as categorias, ao nível dos pesos, apresenta-se a Figura 2.11.

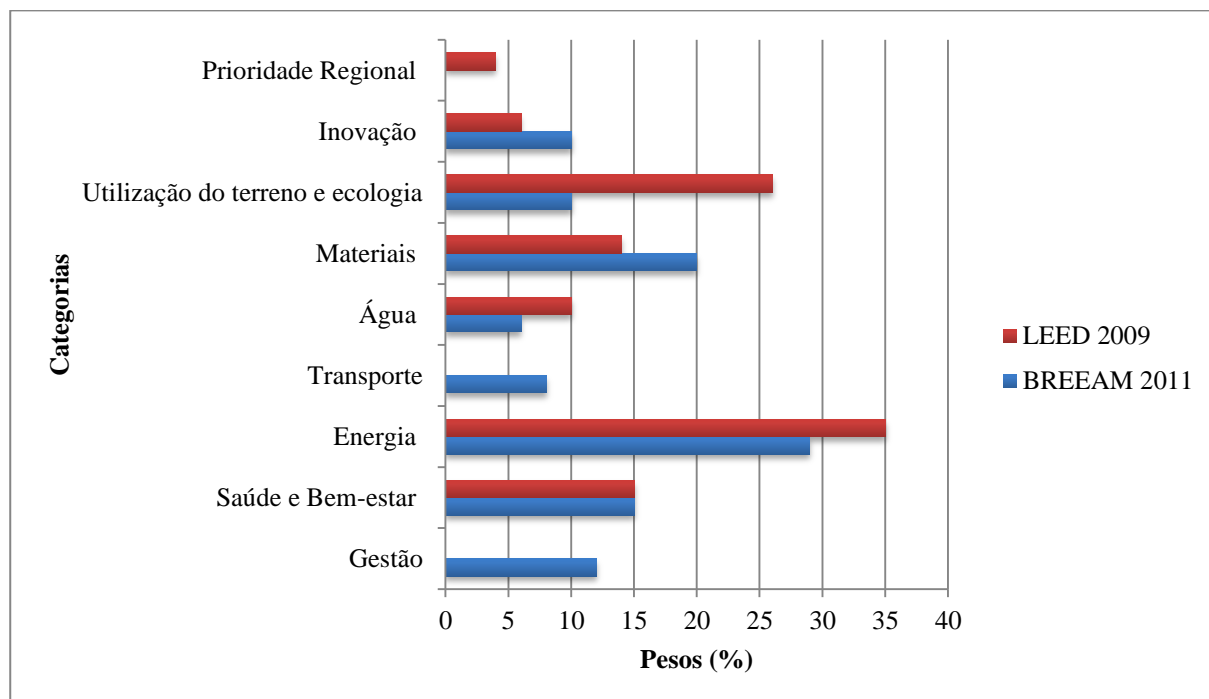


Figura 2.11 - Categorias e respetivos pesos nos sistemas BREEAM 2011 e LEED 2009

3. METODOLOGIA

Os resultados esperados para este trabalho, contemplam o desenvolvimento do método de avaliação do indicador amenidades do sistema SBTool^{PT} e a elaboração de uma proposta de sistema de pesos para os indicadores incluídos no sistema SBTool^{PT}. De maneira a atingir esses resultados optou-se pela realização de inquéritos *on-line* dirigidos aos decisores do setor da construção em Portugal.

Através da análise da metodologia utilizada no desenvolvimento dos sistemas de pesos incluídos nas ferramentas de avaliação e certificação da sustentabilidade apresentadas no Capítulo 2 desta dissertação conclui-se que, como forma de tratamento dos dados recolhidos no inquérito, a metodologia mais adequada a utilizar passará pela utilização de uma análise multi-critério, denominada *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

3.1. *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

O método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um método de análise multicritério, que surgiu na década 70 do século XX e foi desenvolvido por Thomas L. Saaty e, que desde essa data tem vindo a ser estudado e utilizado.

O AHP é uma teoria desenvolvida através de comparação a pares e conta com o julgamento de especialistas com vista à obtenção de escalas de prioridades (Saaty, 2008a).

Essa comparação pode utilizar dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos como forma de informação subjacente (Saaty, 2008b).

O AHP transforma as comparações, muitas vezes empíricas, em valores numéricos que são processados e comparados. O peso de cada um dos fatores permite a avaliação de cada um dos elementos dentro da hierarquia definida. Essa capacidade de conversão de dados empíricos em modelos matemáticos é a principal diferença do AHP em relação a outras técnicas comparativas (Vargas, 2010).

O AHP ajuda na redução da tendenciosidade no processo de tomada de decisão, e pode minimizar dificuldades comuns da tomada de decisão em equipa, tais como a falta de foco, de planeamento, de participação ou propriedade, que em última análise são condicionantes que podem impedir as equipas de efetuar a escolha correta (Ali & Nsairat, 2009).

A comparação a pares realizada no AHP, utiliza numa grande parte dos casos a Escala de Importância Relativa proposta por Saaty (2008a), que se encontra apresentada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Escala de Importância Relativa (Saaty, 2008a)

Intensidade da Importância	Definição	Descrição
1	Igual Importância	Dois impactos contribuem igualmente para o objetivo
2	Igual a Moderada	
3	Importância Moderada	A experiência e o juízo favorecem ligeiramente um impacto sobre outro
4	Moderada a Forte	
5	Importância Forte	A experiência e o juízo favorecem fortemente um impacto sobre outro
6	Forte a Muito Forte	
7	Importância Muito Forte ou demonstrada	Um impacto é favorecido de forma muito forte sobre outro, sendo o seu domínio demonstrado na prática
8	Muito Forte a Extrema	
9	Extrema Importância	As provas favorecendo um impacto em relação a outro é da maior ordem possível de afirmação

Estes valores (de 1 a 9) entram na matriz de cálculo, na qual se a comparação entre um critério A e um outro critério B receber valor igual a x , a comparação recíproca (critério B com Critério A), toma o valor $1/x$.

4. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO INDICADOR AMENIDADES DO SISTEMA SBTOOL^{PT}

Neste capítulo apresenta-se o desenvolvimento do método de avaliação do indicador relativo às amenidades do sistema SBTool^{PT}. As amenidades definem-se como os equipamentos públicos e privados, estabelecimentos comerciais e de serviços que servem de suporte às necessidades do dia-a-dia dos ocupantes do edifício e contribuem para o seu bem-estar (iiSBE Portugal, 2009).

Este estudo desenvolve-se em 3 etapas:

- Separação das amenidades em 3 classes distintas;
- Definição dos créditos a atribuir a cada amenidade, em função da sua distância em relação ao edifício em estudo;
- Definição dos *Benchmarks* (melhor prática e prática convencional), para os 4 tipos de zonas definidos.

4.1. Separação das amenidades estudadas em 3 classes distintas

Para a 1ª etapa (Separação das amenidades em 3 Classes distintas) foi promovida a realização de um inquérito *on-line*. Esse inquérito teve como objetivo avaliar a opinião dos ocupantes dos edifícios habitacionais relativamente à importância que atribuem um certo conjunto de amenidades (foram selecionadas para este estudo 24 amenidades, as quais compõem as amenidades consideradas mais relevantes para os ocupantes dos edifícios, após efetuada uma ponderação sobre o assunto, no decorrer de reuniões com a Comissão Técnica para edifícios de habitação da Associação iiSBE Portugal). Para isso, elaborou-se uma proposta de inquérito que visasse a obtenção de dados que permitissem o desenvolvimento da análise pretendida. Esta proposta, após ter sido aceite pelos membros da Comissão Técnica para edifícios de habitação da Associação iiSBE Portugal, foi apresentada a um conjunto de indivíduos para que respondessem ao mesmo. Este inquérito é constituído por 7 campos, sendo questionados os Dados Individuais (sexo: Masculino ou Feminino), a Faixa Etária do inquirido (<18; 19-30; 31-60 e >60 anos), a Localização da sua habitação ao nível das Unidades Territoriais

Estatísticas de Portugal (NUTS), neste caso NUTS III (composta por 30 unidades), o Tipo de zona onde a habitação se localizava (sendo definidos 4 tipos de zonas, como se pode verificar na Tabela 4.1), outro aspeto questionado foi a importância dada à proximidade das amenidades à habitação do questionado e à importância da existência de certas amenidades, a uma distância à sua habitação para a qual está disposto a deslocar-se a pé. Como última questão era pedido a frequência com que acedia às amenidades apresentadas, numa escala com limites definidos entre “menos que uma vez por semana” e “várias vezes ao dia”.

Tabela 4.1 – Tipos de zona

Zona	Descrição
1	Área central de capital de distrito
2	Outras áreas de capital de distrito ou zona central de cidade de média ou grande dimensão
3	Pequena cidade, vila ou subúrbio de cidade de média ou grande dimensão
4	Zona rural

Este inquérito foi realizado através do servidor de inquéritos *on-line* SurveyMonkey, e o aspeto do mesmo pode ser observado na Figura 4.1. O inquérito encontra-se detalhadamente no Anexo I.



The screenshot shows the header of an online survey titled "Importância das amenidades locais". It includes logos for the Universidade do Minho and the Associação iiSBE Portugal. The text explains that the survey is part of a research project on housing comfort, aims to evaluate the opinion of occupants, and is anonymous. It also includes a section for individual data collection with radio buttons for "Masculino" and "Feminino".

Figura 4.1 - Aspeto do inquérito *on-line* “Importância das amenidades locais”

Após a divulgação do inquérito foram obtidas 37 respostas, das quais na questão género do indivíduo obtiveram-se 19 respostas de Sexo Masculino e as restantes 18 para o Sexo Feminino como se pode verificar na Figura 4.2.

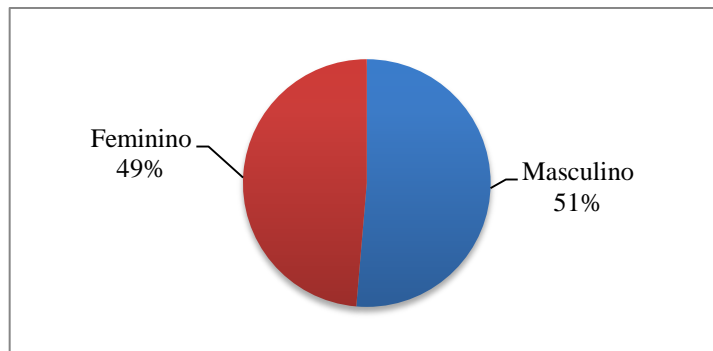


Figura 4.2 – Respostas por sexo do indivíduo

Na questão referente à Faixa Etária do inquirido, apenas 2 dos intervalos de idade definidos obtiveram respostas, nomeadamente para a idade compreendida entre os 19 e os 30 anos (com 30 respostas) e o intervalo de idade entre 31 e 60 anos (com 7 respostas), como apresentado na Figura 4.3.

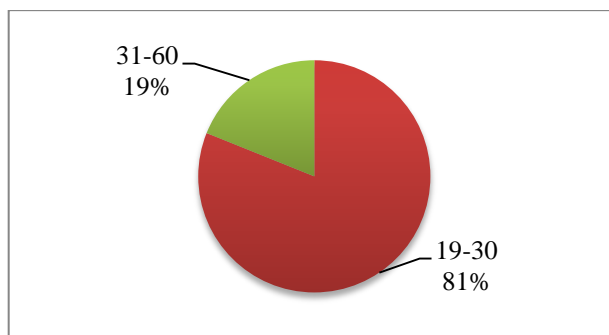


Figura 4.3 – Respostas por faixa etária

Quando questionados acerca da NUTS na qual se localiza a habitação, das 30 NUTS existentes no nível 3, foram obtidas respostas para 6 delas, Ave com 5 respostas, Cávado com 8 respostas, Grande Porto com 6 respostas, Madeira com 1 resposta, Minho-Lima com 14 respostas e Tâmega com 3 respostas. Estes resultados apresentam-se na Figura 4.4.

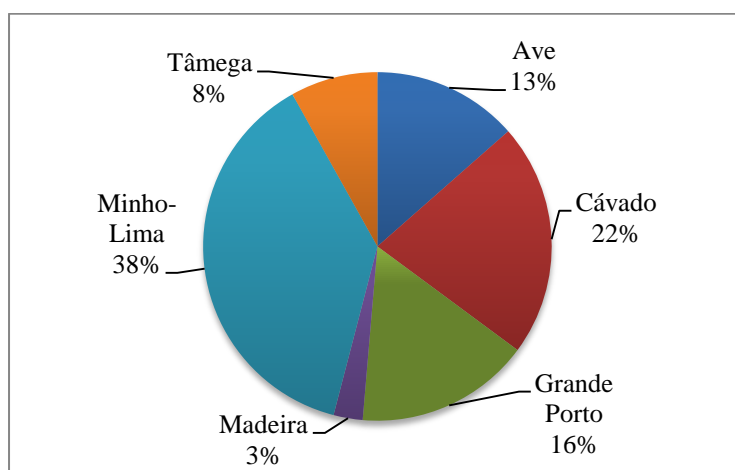


Figura 4.4 – Respostas por NUTS III

A última informação pedida aos participantes foi o Tipo de Zona em que a sua habitação se encontra implantada, de acordo com o definido na Tabela 4.1. Os resultados das respostas foram de 7 para a Zona 1 (Área central de capital de distrito), 8 para a Zona 2 (Outras áreas de capital de distrito ou zona central de cidade de média ou grande dimensão), 6 para a Zona 3 (Pequena cidade, vila ou subúrbio de cidade de média ou grande dimensão) e 16 para a Zona 4 (Zona rural), como está apresentado na Figura 4.5.

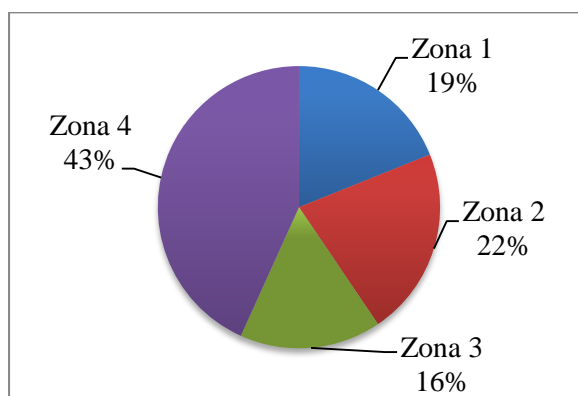


Figura 4.5 – Resultados por Tipo de Zona

As respostas relativas às restantes questões (importância que atribui à proximidade das amenidades à sua habitação, importância que concede à existência de determinada amenidades com a vista a aceder a pé à mesma e como última questão a frequência com que acede a determinadas amenidades. Estas questões são avaliadas com base numa escala entre 1

e 5 e os resultados apresentam-se na Tabela 4.2 (Proximidade), Tabela 4.3 (Existência) e Tabela 4.4 (Frequência). O tratamento de dados efetuou-se recorrendo ao Microsoft Excel.

Tabela 4.2 – Resultados para a questão “Proximidade”

Amenidades	1 - Não Importante	2 - Pouco Importante	3 - Importância média	4 - Importante	5 - Muito Importante
Café/Snack-Bar	3	7	13	11	3
Espaços exteriores públicos	0	5	7	16	9
Mercearia	0	2	4	15	16
Talho	1	2	9	14	11
Padaria	0	1	6	13	17
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	1	1	2	11	22
Ecopontos	0	0	4	14	19
Banco	1	5	12	14	5
Jardim Infantil	1	3	12	11	10
Escola Primária	1	5	8	13	10
Escola Secundária	2	6	9	15	5
Estação de correios	4	9	14	8	2
Marco de correios	1	13	11	8	4
Farmácia	1	2	8	14	12
Esquadra de polícia	5	9	12	8	3
Bombeiros	4	5	14	10	4
Centro Comercial	13	10	10	4	0
Centro desportivo/ginásio	3	5	18	11	0
Centro médico/médico	1	5	8	15	8
Centro recreativo	2	11	11	10	3
Local de oração	6	7	14	7	3
Restaurante	3	8	12	11	3
Ciclovia	9	6	10	9	3
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	3	4	10	15	5

Tabela 4.3 – Resultados para a questão “Existência”

Amenidades	1 - Não Importante	2 - Pouco Importante	3 - Importância média	4 - Importante	5 - Muito Importante
Café/Snack-Bar	4	4	11	15	3
Espaços exteriores públicos	1	3	7	18	8
Mercearia	0	0	11	12	14
Talho	1	5	8	12	11
Padaria	1	1	7	15	13
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	1	0	4	12	20
Ecopontos	0	1	7	11	18
Banco	3	6	13	11	4
Jardim Infantil	6	5	7	11	8
Escola Primária	5	4	7	13	8
Escola Secundária	8	2	7	13	7
Estação de correios	6	12	11	6	2
Marco de correios	5	12	8	11	1
Farmácia	1	2	10	13	11
Esquadra de polícia	6	11	11	7	2
Bombeiros	6	8	12	7	4
Centro Comercial	12	7	10	6	2
Centro desportivo/ginásio	4	8	12	10	3
Centro médico/médico	3	1	12	14	7
Centro recreativo	6	11	11	5	4
Local de oração	8	9	10	4	6
Restaurante	7	10	13	5	2
Ciclovia	6	8	10	10	3
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	5	5	11	13	3

Tabela 4.4 – Resultados para a questão “Frequência”

Amenidades	1 - Menos que uma vez por semana	2 - Uma vez por semana	3 - Várias vezes por semana	4 - Diariamente	5 - Mais que uma vez por dia
Café/Snack-Bar	11	12	9	4	1
Espaços exteriores públicos	8	6	16	5	2
Mercearia	8	10	14	5	0
Talho	15	16	3	3	0
Padaria	6	5	14	10	2
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	5	4	13	12	3
Ecopontos	6	12	11	8	0
Banco	13	10	9	4	1
Jardim Infantil	31	2	0	3	1
Escola Primária	33	0	1	2	1
Escola Secundária	30	0	2	3	2
Estação de correios	33	1	1	1	1
Marco de correios	35	0	0	1	1
Farmácia	26	5	4	1	1
Esquadra de polícia	34	0	1	1	1
Bombeiros	35	0	0	1	1
Centro Comercial	19	10	5	2	1
Centro desportivo/ginásio	18	7	5	6	1
Centro médico/médico	31	1	2	0	3
Centro recreativo	29	4	2	1	1
Local de oração	23	12	1	1	0
Restaurante	22	7	7	1	0
Ciclovia	31	2	2	0	2
Zona serviços/industrial/ comércio (empregador)	19	3	6	5	4

Para uma melhor perceção dos resultados obtidos neste inquérito elaborou-se um conjunto de gráficos, que para cada um dos 3 casos (Proximidade, Existência e Frequência), apresenta as amenidades que obtiveram maior número de respostas, para cada um dos 5 níveis possíveis de respostas. Estes gráficos são apresentados nas Figuras 4.6, 4.7 e 4.8.

Nos gráficos apresentados na Figura 4.6, colocaram-se para cada nível de resposta apenas os resultados das oito amenidades que apresentavam maiores valores percentuais, de forma a

facilitar a leitura. Deve-se referir a possível ocorrência de casos em que esse número é ultrapassado, devido à igual percentagem entre diferentes amenidades.

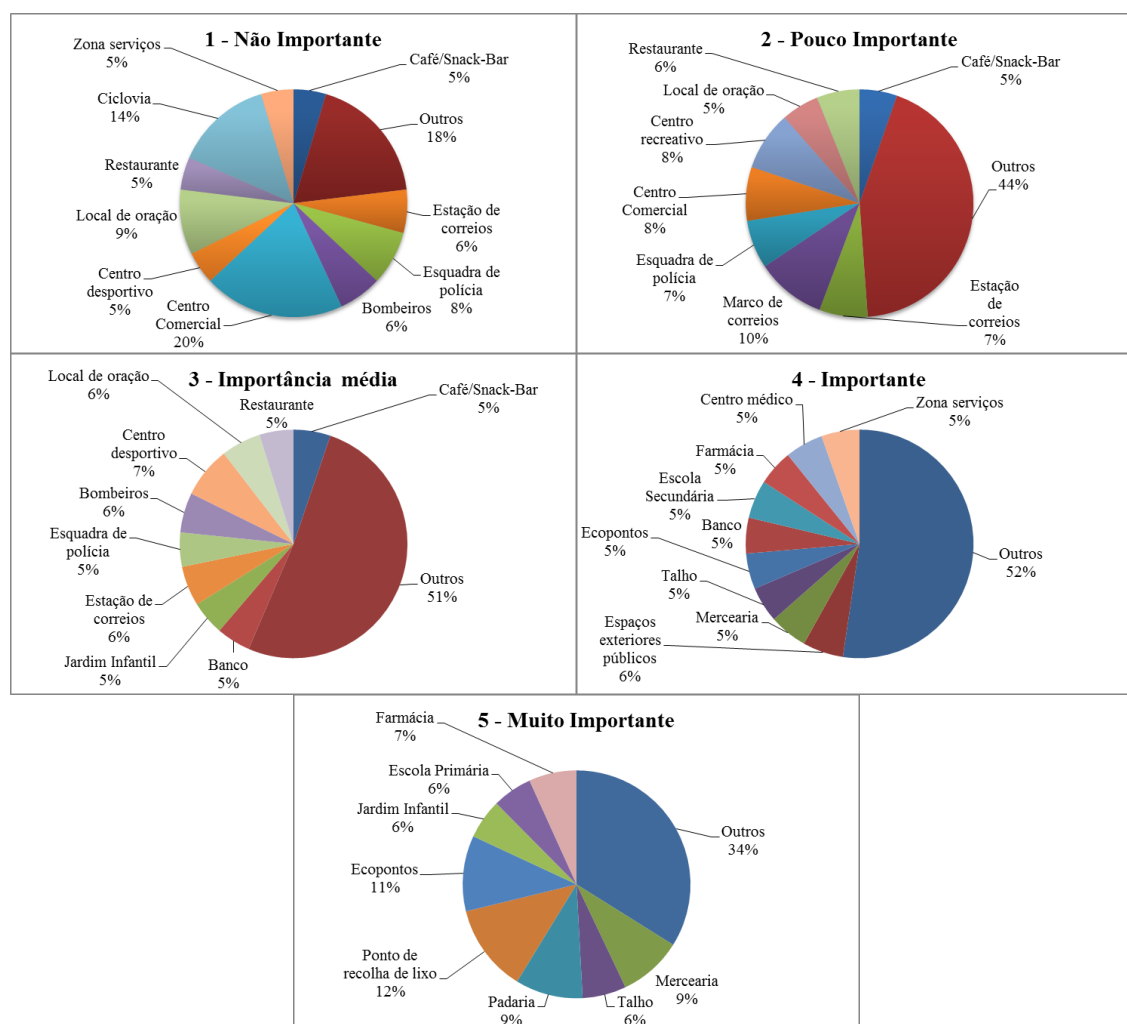


Figura 4.6 - Resultados para cada um dos 5 níveis, na questão “Proximidade”

Analisando os gráficos apresentados anteriormente é possível ter uma ideia de acordo com a opinião dos inquiridos quais as amenidades mais importantes (Farmácia, Mercearia, Padaria, Ponto de recolha de lixo e Ecopontos) e quais as menos importantes (Centro Comercial, Ciclovia, Local de Oração, Esquadra de Policia, Bombeiros e Estação de Correios), em termos de proximidade das mesmas às habitações dos questionados.

No que concerne à questão relativa à Existência das amenidades, os resultados apresentam-se na Figura 4.7.

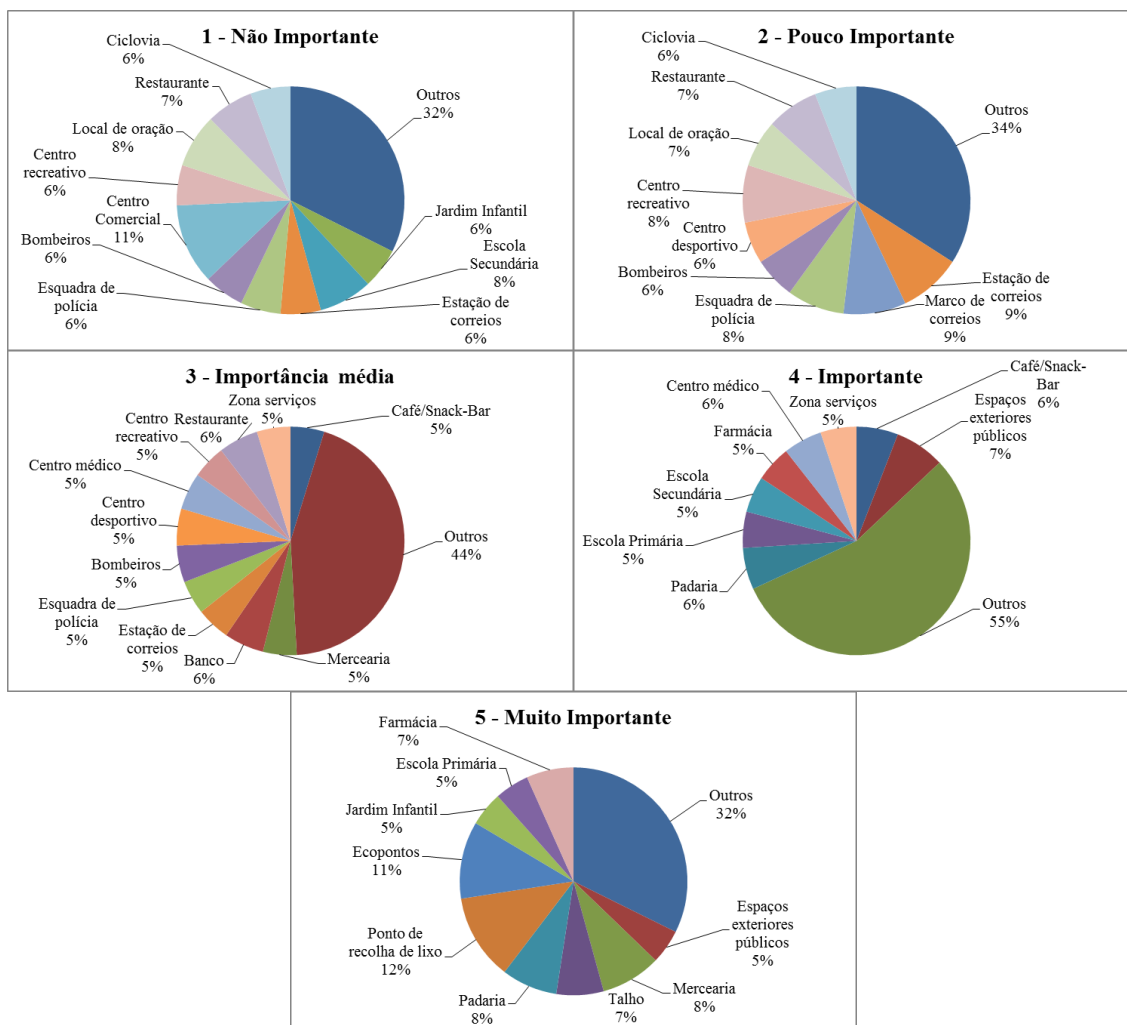


Figura 4.7 - Resultados para cada um dos 5 níveis, na questão “Existência”

Dos gráficos da Figura 4.7, à imagem do que foi referido anteriormente, pode-se constatar a evolução das amenidades em função do nível de resposta, em que para o Nível 1 (Não Importante), as amenidades que apresentam maiores valores percentuais de respostas são o Centro Comercial, Local de Oração, Escola Secundária, Restaurante e Esquadra de Policia. No nível 5 (Muito Importante), destacam-se as seguintes amenidades: Ponto de recolha de lixo, Ecopontos, Mercearia, Padaria, Talho e Farmácia.

A última questão é referente à Frequência com que os inquiridos acedem a determinada amenidade e os resultados obtidos, em termos percentuais, são apresentados na Figura 4.8.

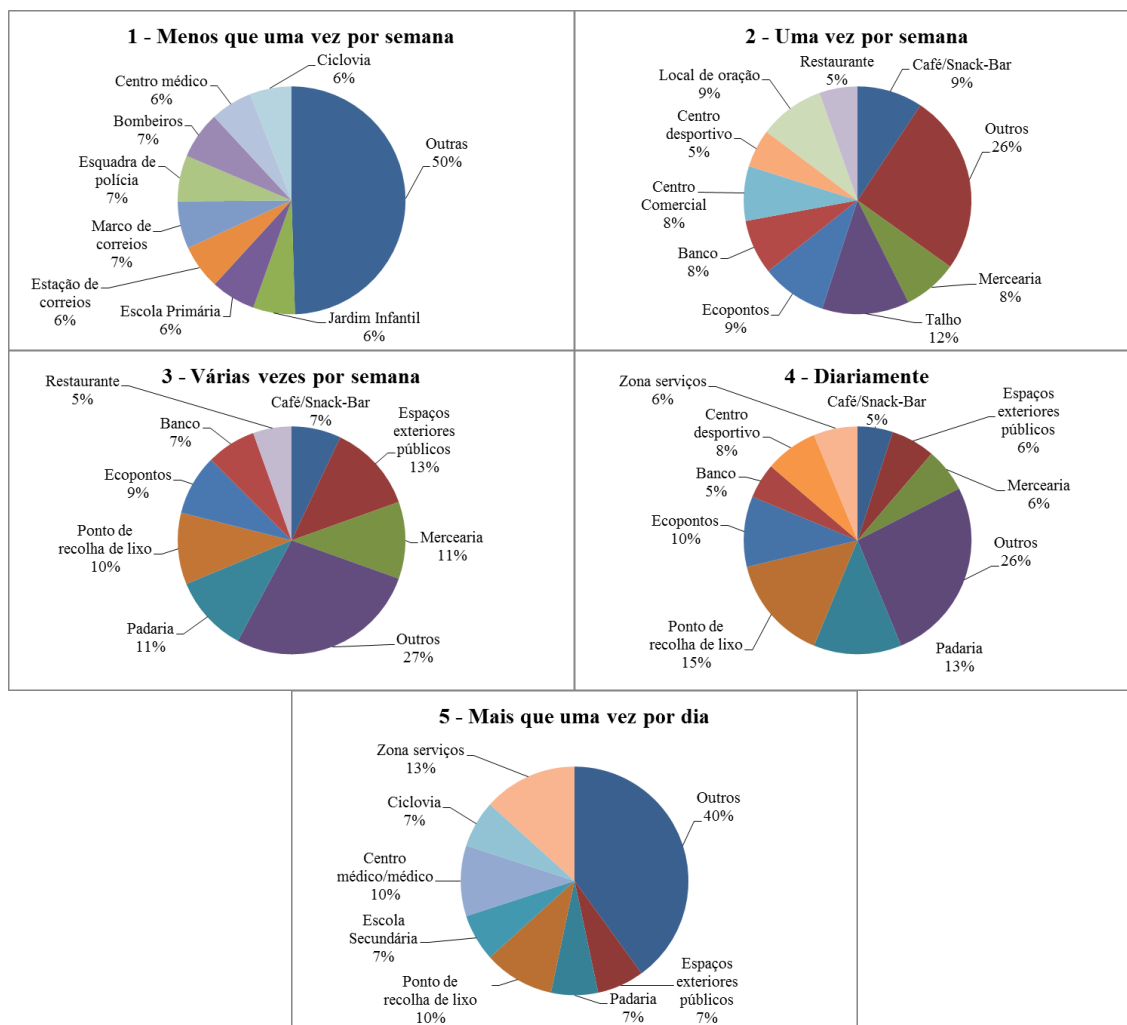


Figura 4.8 - Resultados para cada um dos 5 níveis, na questão “Frequência”

Tal como se pode observar na Tabela 4.4 e na Figura 4.8, para grande parte das amenidades os inquiridos responderam que acedem às mesmas com uma Frequência inferior a uma vez por semana (Nível 1), facto que conduz a que várias amenidades apresentem resultados percentuais muito próximos. Para o Nível 5 pode-se referir que só para uma pequena quantidade de amenidades é que os inquiridos acedem com uma frequência de mais que uma vez por dia, tendo a amenidade Zona de Serviços recebido apenas 4 respostas, num universo de 37 questionados.

A análise das respostas nas 3 questões desenvolvidas (Proximidade, Existência e Frequência) permite que se possa elaborar a definição de 3 classes de amenidades, sendo a Classe 1 composta pelas amenidades que são mais valorizadas e por oposição a Classe 3 que é a que contém as amenidades menos valorizadas.

Para poder conciliar as diferentes amenidades em 3 classes, Classe 1, Classe 2 e Classe 3, recorreu-se ao Índice de Importância Relativa (IIR). O IIR é utilizado para classificar os resultados obtidos de acordo com a sua importância (Othman *et al*, 2005).

Este índice permite juntar as respostas obtidas em cada um dos 5 níveis de importância num só indicador (Kometa & Olomolaiye, 1997), utilizando a Equação 4.1.

$$IIR = \frac{\sum w}{A \times N} \quad IIR = \frac{\sum w}{A \times N} \quad [4.1]$$

Em que:

$\sum w$, corresponde à soma ponderada das respostas obtidas, tomando valores entre 1 (Não Importante) e 5 (Muito Importante), que são multiplicadas pelos número de respostas em cada nível de importância; A, o valor do peso mais alto atribuído na ponderação, neste caso toma o valor de 5; e N, o número total de respostas.

Por forma a ser mais fácil a utilização da Equação 4.1, efetuaram-se as simplificações possíveis tomando a mesma a forma dada na Equação 4.2.

$$IIR = \frac{1 \times n_1 + 2 \times n_2 + 3 \times n_3 + 4 \times n_4 + 5 \times n_5}{5 \times n_t} \quad [4.2]$$

Em que:

n_1, n_2, n_3, n_4 e n_5 , são respetivamente o número de respostas obtido para os níveis “Não Importante”, “Pouco Importante”, “Importância Média”, “Importante” e “Muito Importante”; e n_t , número total de respostas obtidas.

Para cada uma das vertentes analisadas (Proximidade, Existência e Frequência) aplicou-se a Equação 4.1, obtendo-se o valor do IIR para cada uma das 24 amenidades estudadas. Para que se possam ter em conta os resultados em cada uma das três categorias, os valores de cada uma das amenidades foram combinados num só valor que é a média dos IIR's em cada uma das 3 questões.

Os resultados da aplicação do IIR a cada questão, bem como o IIR médio estão apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Índices de Importância Relativa

Amenidades	Índice de Importância Relativa (IIR)			
	Proximidade	Existência	Frequência	Média
Café/Snack-Bar	0,622	0,649	0,449	0,573
Espaços exteriores públicos	0,757	0,757	0,530	0,681
Mercearia	0,843	0,816	0,486	0,715
Talho	0,773	0,746	0,368	0,629
Padaria	0,849	0,805	0,584	0,746
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	0,881	0,870	0,622	0,791
Ecopontos	0,881	0,849	0,514	0,748
Banco	0,692	0,638	0,438	0,589
Jardim Infantil	0,741	0,654	0,281	0,559
Escola Primária	0,741	0,681	0,265	0,562
Escola Secundária	0,681	0,649	0,314	0,548
Estação de correios	0,573	0,524	0,254	0,450
Marco de correios	0,605	0,551	0,238	0,465
Farmácia	0,784	0,768	0,308	0,620
Esquadra de polícia	0,573	0,535	0,249	0,452
Bombeiros	0,627	0,573	0,238	0,479
Centro Comercial	0,427	0,486	0,362	0,425
Centro desportivo/ginásio	0,600	0,600	0,411	0,537
Centro médico/médico	0,730	0,714	0,292	0,578
Centro recreativo	0,605	0,546	0,281	0,477
Local de oração	0,568	0,551	0,292	0,470
Restaurante	0,616	0,519	0,330	0,488
Ciclovia	0,551	0,578	0,276	0,468
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	0,681	0,622	0,449	0,584

Para uma melhor interpretação dos resultados, ordenaram-se os valores obtidos por ordem crescente da amenidade com IIR mais baixo para a amenidade com IIR mais alto, estando os resultados apresentados na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Amenidades ordenadas por IIR

Amenidades	IIR Ordenado
Centro Comercial	0,425
Estação de correios	0,450
Esquadra de Policia	0,452
Ciclovia	0,468
Marco de correios	0,465
Local de oração	0,470
Centro recreativo	0,477
Bombeiros	0,479
Restaurante	0,488
Centro desportivo/ginásio	0,537
Escola Secundária	0,548
Jardim Infantil	0,559
Escola Primária	0,562
Café/Snack-Bar	0,573
Centro médico/ médico	0,578
Zona serviços/industrial/ comércio (empregador)	0,584
Banco	0,589
Farmácia	0,620
Talho	0,629
Espaços exteriores públicos	0,681
Mercearia	0,715
Padaria	0,746
Ecopontos	0,748
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	0,791

Após efetuar a ordenação das amenidades pode-se representar em forma gráfica o IIR para cada uma das amenidades estudadas, estando apresentado na Figura 4.9.

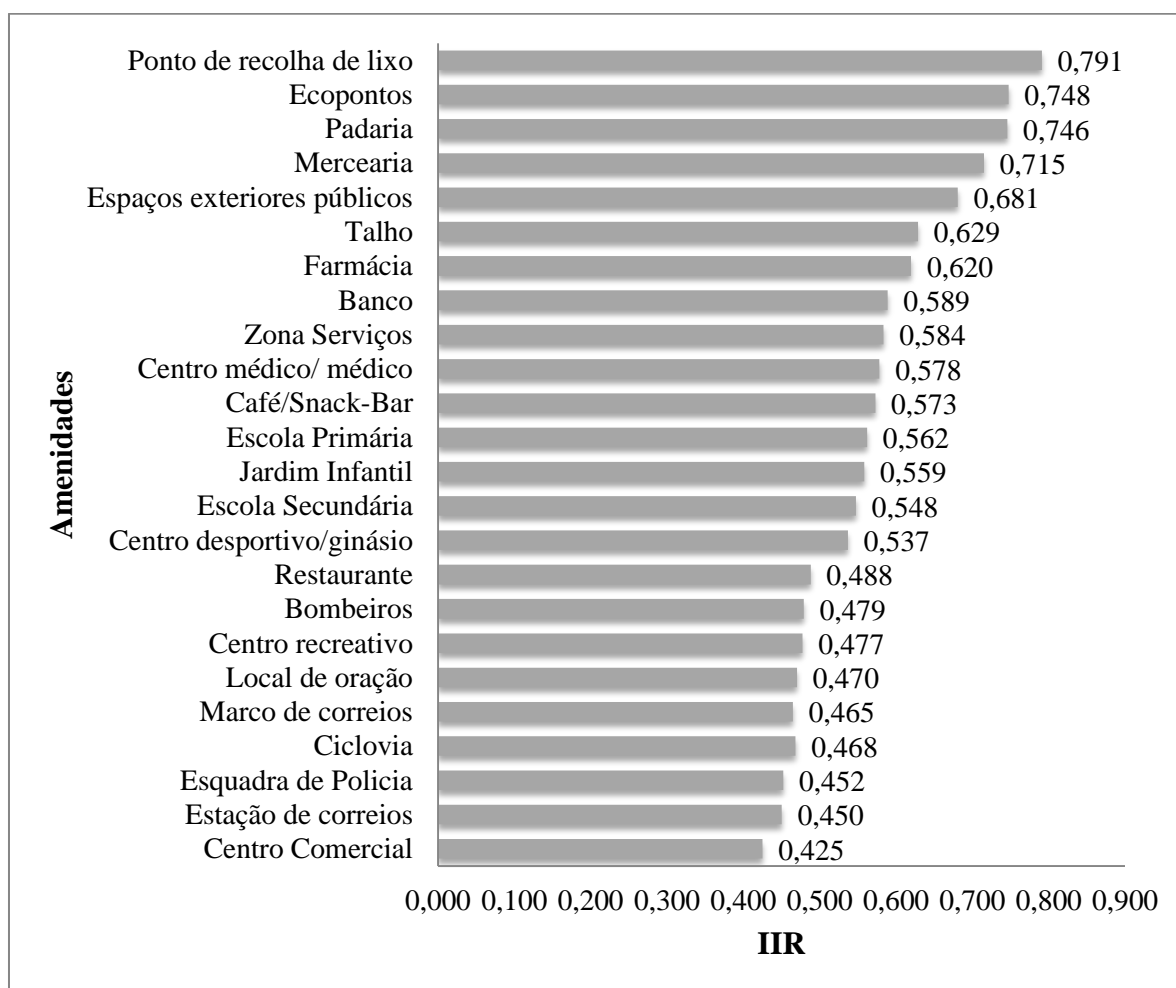


Figura 4.9 – Índice de importância relativa de cada amenidade

Pela análise da gama de valores de IIR existentes, verifica-se que os mesmos variam entre 0,425 no caso da amenidade “Centro Comercial”, amenidade com piores resultados e 0,791 para a amenidade “Ponto de recolha de lixo”, que apresenta os melhores resultados. Para satisfazer o objetivo deste inquérito, que passa pela divisão das amenidades em 3 Classes (Classe 1, Classe 2 e Classe 3), chegou-se à conclusão que a mesma pode ser feita utilizando os valores de IIR Médios das 3 vertentes analisadas (Proximidade, Existência e Frequência). Para o efeito, as classes são obtidas através da divisão da gama de valores obtidos (de 0,425 a 0,791) em 3 intervalos, correspondendo cada um desses a uma das Classes pretendidas. Na Figura 4.10 apresenta-se um esquema que pretende representar essa divisão.

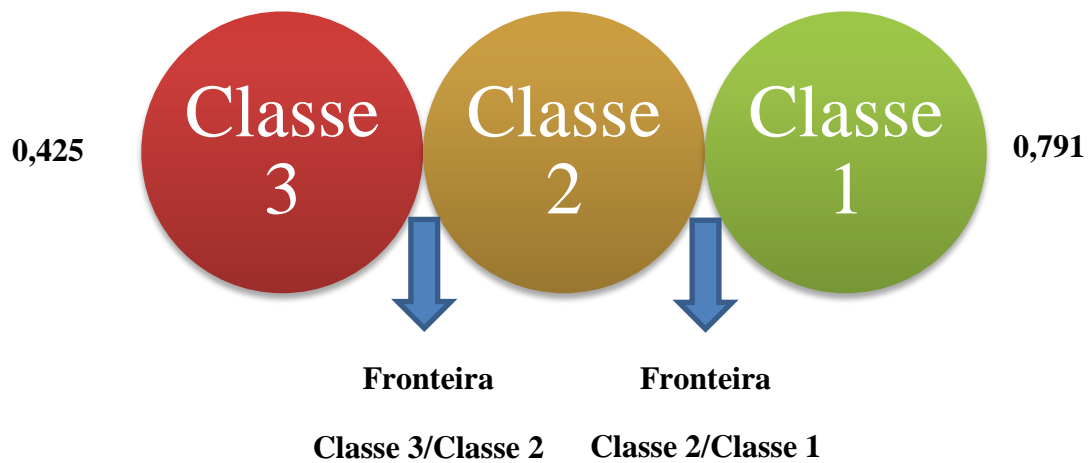


Figura 4.10 – Princípio utilizado na divisão das amenidades em três classes

A definição dos valores IIR que representam cada uma das 3 classes são obtidos através da divisão, em intervalos de valores iguais, entre 0,425 e 0,791. Para a definição das duas fronteiras representadas na Figura 3.10 efetuam-se as operações apresentadas nas Equações 4.3, 4.4 e 4.5.

$$\frac{0,791 - 0,425}{3} = 0,122 \quad [4.3]$$

$$\text{Fronteira Classe 3/ Classe 2} = 0,425 + 0,122 = 0,547 \quad [4.4]$$

$$\text{Fronteira Classe 2/ Classe 1} = 0,547 + 0,122 = 0,669 \quad [4.5]$$

Com a aplicação dos valores correspondentes a cada classe pode-se efetuar a separação das amenidades nas classes pretendidas. O resultado dessa separação apresenta-se na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Divisão das amenidades em 3 Classes

Classe 1	Classe 2	Classe 3
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	Talho	Centro desportivo/ginásio
Ecopontos	Farmácia	Restaurante
Padaria	Banco	Bombeiros
Mercearia	Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	Centro Recreativo
Espaços Exteriores Públicos	Centro Médico/Médico	Local de Oração
	Café/ Snack-Bar	Marco de Correios
	Jardim Infantil	Ciclovia
	Escola Primária	Esquadra de Policia
	Escola Secundária	Estação de Correios
		Centro Comercial

A divisão encontrada na Tabela 4.7, que contempla 5 amenidades para a Classe 1, 9 para a Classe 2 e 10 para a Classe 3, reflete a valorização efetuada pelos participantes no inquérito. A existência de locais destinados à colocação de resíduos sólidos (locais de recolha de lixo indiferenciado e ecopontos) são as amenidades que conseguiram uma maior importância, seguidos de estabelecimentos de aquisição de bens alimentares (padaria, mercearia e talho), locais de indústria e serviços, saúde (farmácia e médico) e estabelecimentos de ensino.

4.2. Definição dos créditos a atribuir a cada amenidade


Na 2ª etapa deste estudo pretendeu-se definir os créditos a atribuir a cada amenidade, em função da distância a que cada uma das amenidades se situa de um edifício em estudo). Este estudo baseou-se na utilização da informação obtida no inquérito acerca da importância dada pelos ocupantes dos edifícios habitacionais a cada amenidade. Constatou-se que não era possível tratar os dados já obtidos com vista a definir os créditos para cada amenidade, pois no inquérito anterior a proximidade não foi avaliada por intervalos de distância. Para isso, realizou-se um novo inquérito *on-line* no qual para cada uma das 24 amenidades estudadas, se questionava o intervalo máximo de distância em metros (até 300; de 300 a 500; de 500 a 1000; de 1000 a 1500; de 1500 a 2000 e de 2000 a 2500), entre a sua habitação e cada uma das amenidades, para o qual os inquiridos não se importavam de aceder às mesmas indo a pé ou utilizando como meio de transporte, a bicicleta ou os transportes públicos. Este inquérito, à


semelhança do inquérito “Importância das amenidades locais” foi desenvolvido utilizando o servidor de inquéritos *on-line* SurveyMonkey, e o aspeto da página introdutória do mesmo pode ser observado na Figura 4.11.

Este questionário encontra-se detalhadamente apresentado no Anexo II.

The image shows the introductory page of a questionnaire titled "Distância às amenidades locais". At the top right, there is a link "Sair deste questionário". Below the title bar, there are two logos: on the left, the logo of the Universidade do Minho, Escola de Engenharia; on the right, the logo of the Associação iiSBE Portugal. The main text explains that the work is part of a research project by the Comissão Técnica para edifícios de habitação da Associação iiSBE Portugal in collaboration with the Universidade do Minho. It states the objective is to evaluate the opinion of occupants regarding the distance to local amenities (equipment and services) and the means of transport used (bicycle or public transport). It emphasizes the importance of participation for the study's development and conclusion, and assures that the data will be used for statistical purposes only. It ends with a thank you message. A bolded question is listed at the bottom: "*1. Qual seria o intervalo máximo de distância entre a sua habitação e cada uma das amenidades (conjuntos de equipamentos e serviços locais), que valorizaria existir, com vista a aceder às mesmas indo a pé ou utilizando como meio de transporte a bicicleta ou os transportes públicos. (Distância em metros)".

Distância às amenidades locais [Sair deste questionário](#)

 Universidade do Minho
Escola de Engenharia

 iiSBE
PORTUGAL
Associação iiSBE
Portugal

Este trabalho enquadra-se num projeto de investigação que se encontra a ser desenvolvido pela Comissão Técnica para edifícios de habitação da Associação iiSBE Portugal em colaboração com a Universidade do Minho. Os resultados deste trabalho serão também utilizados no âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.

Este inquérito tem como objetivo avaliar a opinião dos ocupantes dos edifícios habitacionais relativamente à distância das suas habitações a um certo conjunto de equipamentos e serviços locais (amenidades), com vista a aceder às amenidades indo a pé ou utilizando como meios de transportes a bicicleta ou os transportes públicos.

A sua participação é fundamental para o desenvolvimento e conclusão deste estudo, pelo que se solicita que responda o mais objetivamente possível às questões que lhe são apresentadas.

Os dados obtidos no questionário serão apenas usados para fins estatísticos.

Muito obrigado pela sua disponibilidade e colaboração!

***1. Qual seria o intervalo máximo de distância entre a sua habitação e cada uma das amenidades (conjuntos de equipamentos e serviços locais), que valorizaria existir, com vista a aceder às mesmas indo a pé ou utilizando como meio de transporte a bicicleta ou os transportes públicos. (Distância em metros)**

Figura 4.11- Aspeto da página introdutória do inquérito “Distância às amenidades locais”

O questionário teve a resposta de 31 indivíduos, e os resultados obtidos, para cada uma das amenidades encontram-se apresentados na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Resultados do inquérito “Distância às amenidades locais” (distâncias em metros)

Amenidades	Até 300	300 - 500	500 - 1000	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 2500
Café/Snack-Bar	8	7	6	4	1	5
Espaços exteriores públicos	4	7	12	3	3	2
Mercearia	9	8	10	3	1	0
Talho	5	11	7	4	1	3
Padaria	9	11	4	6	0	1
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	15	12	1	2	1	0
Ecopontos	18	9	1	2	0	1
Banco	2	8	9	6	3	3
Jardim Infantil	1	5	8	6	2	9
Escola Primária	1	6	9	5	2	8
Escola Secundária	0	4	6	4	3	14
Estação de correios	1	4	2	4	5	15
Marco de correios	3	7	5	2	4	10
Farmácia	2	3	11	3	4	8
Esquadra de polícia	2	1	9	1	5	13
Bombeiros	1	2	7	1	8	12
Centro Comercial	0	3	5	4	2	17
Centro desportivo/ginásio	1	3	8	7	1	11
Centro médico/médico	2	5	7	4	2	11
Centro recreativo	1	4	8	4	5	9
Local de oração	2	6	6	2	5	10
Restaurante	2	4	8	5	5	7
Ciclovía	3	5	9	3	2	9
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	1	2	9	4	2	13

Para uma melhor perceção dos dados apresentados na Tabela 4.8, tornando mais fácil a comparação de respostas para as 24 amenidades, elaborou-se o gráfico apresentado na Figura 4.12.

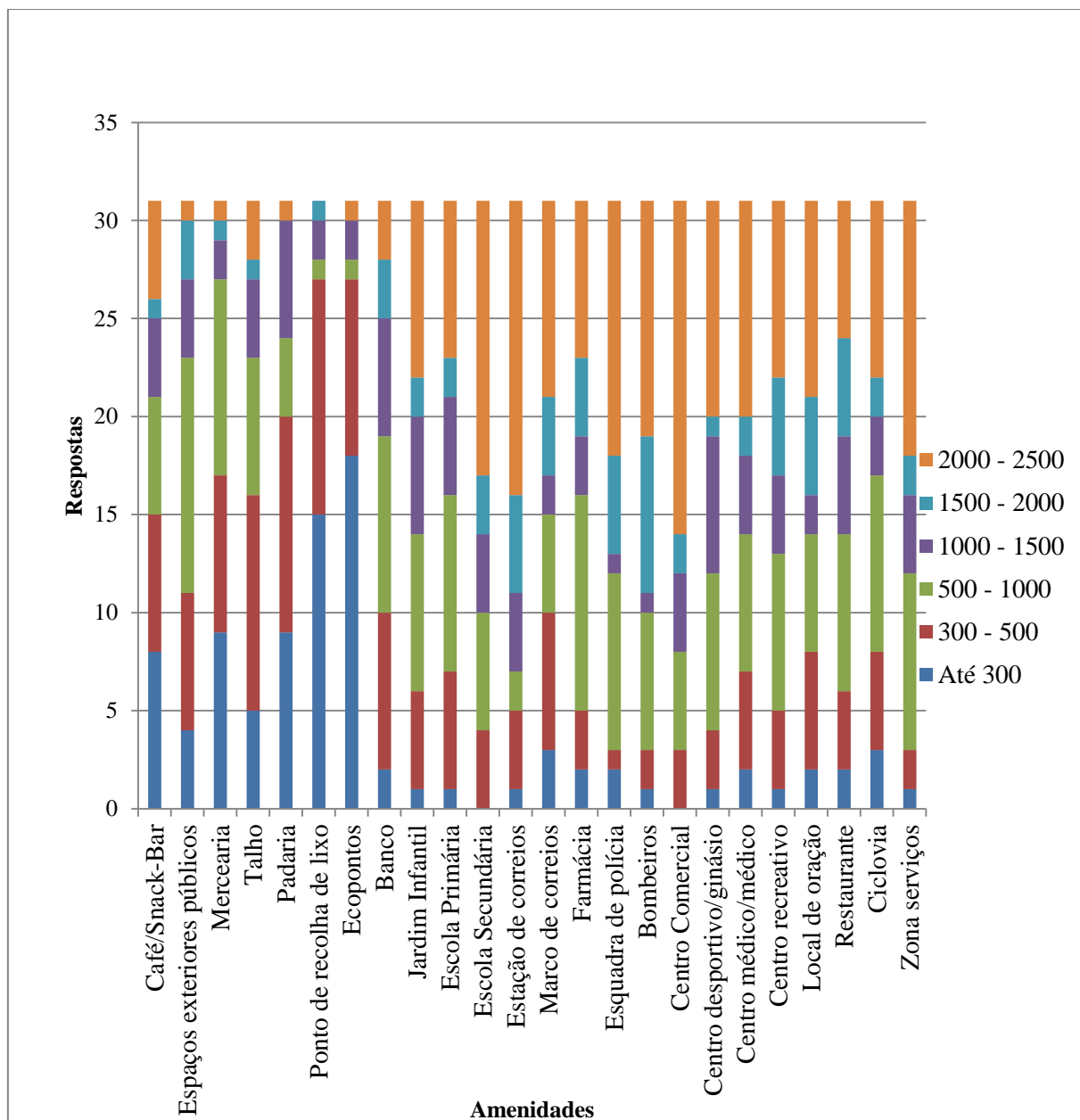


Figura 4.12 - Gráfico Respostas obtidas /Amenidade

Como se pretende a definição de créditos para cada uma das 3 classes de amenidades (Classe 1, Classe 2 ou Classe 3), em função da distância, os resultados apresentados na Tabela 4.8 foram agrupados mediante a classe, conforme a distribuição de amenidades por classe efetuada acima. Estes resultados encontram-se apresentados na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 - Resultados agrupados por classe de amenidade

Classes de Amenidades	Distâncias em metros					
	Até 300	300 - 500	500 - 1000	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 2500
Classe 1	55	47	28	16	5	4
Classe 2	22	51	72	40	20	74
Classe 3	16	39	67	33	42	113

Pela análise da Tabela 4.9, pode-se verificar que para as amenidades de Classe 1 (as mais valorizadas), um maior número das respostas obtidas situam-se para as distâncias mais curtas. Para as Classes 2 e 3 as respostas mostram que os inquiridos pensam que as mesmas se podem situar mais longe da sua habitação (para maiores distâncias). Para obter a definição dos créditos para cada amenidade pretendeu-se que as amenidades que se situam mais próximas das habitações recebam uma maior pontuação, ou seja, que se estabeleça uma escala de pontuação decrescente das distâncias mais curtas para as distâncias maiores. Tendo por base os resultados apresentados na Tabela 4.9, concluiu-se que isso só é possível para a Classe 1, visto que esta é a que apresenta maior número de respostas para as distâncias mais curtas. Mediante isso partiu-se para uma nova abordagem na qual, a partir do inquérito desenvolvido anteriormente se pretendeu a obtenção de uma relação entre a Classe 1/Classe 2 e entre Classe 1/Classe 3. Esta relação é obtida recorrendo uma análise utilizando o Analytic Hierarchy Process (AHP).

Para se poder executar a análise pelo método AHP, de forma a obter as relações Classe 1/Classe 2 e Classe 1/Classe 3, retirou-se do 1º inquérito efetuado (Importância das amenidades locais) os valores obtidos das respostas à questão da Proximidade, Existência e Frequência já desenvolvidos acima, para cada uma das 3 classes. Para esta análise, dentro dessas respostas foram ainda apenas consideradas as respostas de valor 5 (Muito Importante para as questões da Proximidade e da Existência e Mais que uma vez ao dia na questão da Frequência), pois é para este nível que existe uma maior diferenciação entre as diferentes amenidades, e por consequência entre classes, recebendo um maior número de respostas para o valor 5 as amenidades mais valorizadas pelo inquirido. As respostas para as 3 classes, nas 3 questões avaliadas são então somadas. Os resultados sujeitos a análise encontram-se na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 - Soma das respostas de Nível 5 em termos de Proximidade, Existência e Frequência

Classes de Amenidades	Resultados
Classe 1	163
Classe 2	145
Classe 3	63

Como o AHP se trata de um método onde se efetuam comparações entre os termos a analisar, neste caso as classes, efetuou-se o quociente entre os resultados obtidos, para obter as 3 comparações necessárias:

- Classe 1 com Classe 2
- Classe 1 com Classe 3
- Classe 2 com Classe 3

Os valores desses quocientes, que serão utilizados na análise AHP, estão apresentados na Tabela 4.11.

Tabela 4.11 - Quocientes entre classes e valor adotado na análise AHP

	Valor do Quociente	Valor adotado na análise AHP
Classe 1/ Classe 2	1,12	1,25
Classe 1/ Classe 3	2,59	2,75
Classe 2/ Classe 3	2,30	2,50

Pela análise dos valores adotados na análise, pode-se verificar que a Classe 1 tem 1,25 vezes mais preponderância que a Classe 2, a Classe 1 tem 2,75 vezes mais preponderância que a Classe 3 e que a Classe 2 tem 2,50 vezes mais preponderância que a Classe 3.

Com estes valores pode-se definir a matriz de cálculo, apresentada na Tabela 4.12. Nesta tabela pode-se verificar o referido anteriormente em relação às comparações recíprocas, pois tendo a comparação Classe 1/Classe 2 o valor de 1,25, o valor da comparação recíproca (Classe 2/Classe 1) toma o valor 1/1,25.

Tabela 4.12 - Matriz de cálculo para método AHP

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Classe 1	1	1,25	2,75
Classe 2	1/1,25	1	2,50
Classe 3	1/2,75	1/2,50	1

No processo de cálculo procedeu-se depois à soma dos valores de cada uma das 3 colunas, como é apresentado na Tabela 4.13.

Tabela 4.13 - Matriz AHP soma para cada coluna

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Classe 1	1	1,25	2,75
Classe 2	1/1,25	1	2,50
Classe 3	1/2,75	1/2,50	1
TOTAL	$1 + (1/1,25) + (1/2,75) = 2,16$	$1,25 + 1 + (1/2,50) = 2,65$	$2,75 + 2,50 + 1 = 6,25$

Cada um dos valores da comparação a pares é agora dividido pelo valor encontrado como TOTAL para cada coluna, de acordo com o definido na Tabela 4.14.

Tabela 4.14 – Valor da comparação dividido pela linha TOTAL encontrado em 4.13

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Classe 1	$1/2,16 = 0,4622$	$1,25/2,65 = 0,4717$	$2,75/6,25 = 0,4400$
Classe 2	$(1/1,25)/2,16 = 0,3697$	$1/2,65 = 0,3774$	$2,50/6,25 = 0,4000$
Classe 3	$(1/2,75)/2,16 = 0,1681$	$(1/2,50)/2,65 = 0,1509$	$1/6,25 = 0,1600$

Para achar os valores, em termos percentuais, para cada uma das 3 Classes, tem-se de efetuar o cálculo do Vetor de Eigen. O vetor de Eigen apresenta os pesos relativos entre os critérios e é obtido de modo aproximado através da média aritmética dos valores de cada um dos critérios (Vargas, 2010).

O cálculo do Vetor de Eigen segue-se na Tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Vetor de Eigen

	VETOR DE EIGEN	%
Classe 1	$(0,4622+0,4717+0,4400)/3 = 0,4580$	45,80
Classe 2	$(0,3697+0,3774+0,4000)/3 = 0,3824$	38,24
Classe 3	$(0,1681+0,1509+0,1600)/3 = 0,1597$	15,97

Resta agora efetuar a verificação da consistência dos dados, pois seria inconsistente se a avaliação, para este caso, ditasse que a Classe 1 é mais preponderante que a Classe 2, e que a Classe 2 é mais preponderante que a Classe 3 e no final se concluísse, por exemplo, que a Classe 3 é mais preponderante que a Classe 1.

Para efetuar essa verificação teve-se que calcular o Valor principal de Eigen ($\lambda_{\text{máx}}$), que é dado pelo produto entre o valor do Vetor de Eigen (Tabela 4.15) e o Total (Tabela 4.13), sendo apresentado na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 – Valor principal de Eigen ($\lambda_{\text{máx}}$)

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Vetor de Eigen	0,4580	0,3824	0,1597
Total	2,16	2,65	6,25
$\lambda_{\text{máx}}$	$(0,4580 \times 2,16) + (0,3824 \times 2,65) + (0,1597 \times 6,25) = \mathbf{3,002}$		

Como última verificação Saaty apresentou a Taxa de Consistência (CR), que é dada pelo quociente entre o valor do Índice de Consistência (CI) e o Índice de Consistência Aleatória (RI), apresentada na Equação 4.7.

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \quad [4.7]$$

A matriz será considerada consistente se a razão for menor que 10% (Vargas, 2010).

Depois de obtido o $\lambda_{\text{máx}}$ (Tabela 4.16), pode-se obter o Índice de Consistência (CI), dado pela Equação 4.8. $CR = \frac{0,0002}{1,12} = 0,0001 < 0,1 \quad OK!$

$$CI = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} \quad [4.8]$$

Com n , números de critérios avaliados e o Valor principal de Eigen ($\lambda_{máx}$). Substituindo os valores na Equação 4.8, tem-se a Equação 4.9.

$$CI = \frac{3,002 - 3}{3 - 1} = 0,001 \quad [4.9]$$

Os valores de RI em função do número de critérios avaliados (n) são dados na Tabela 4.17.

Tabela 4.17 - Índice de Consistência Aleatória (Saaty, 1990)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Neste caso, como são comparadas as 3 Classes, tem-se que $n=3$, que conduz a um valor de RI igual a 0,58.

Então tem-se que CR é dado pela Equação 4.10.

$$CR = \frac{0,001}{0,58} = 0,0018 < 0,1 \quad OK! \quad [4.10]$$

Como o valor de CR é menor que 0,1 considera-se que os dados são consistentes pelo que os resultados desta análise, em termos percentuais encontram-se na Tabela 4.15.

Para obter a relação entre classes foi depois necessário normalizar os valores obtidos na Tabela 4.15 em ordem à Classe 1. Esta operação encontra-se na Equações 4.11 e 4.12.

Para a Classe 2:

$$\begin{aligned} 0,3824 & - 0,4580 \\ x & - 1 \\ x & = 0,83 \end{aligned} \quad [4.11]$$

Para a Classe 3:

$$\begin{aligned} 0,1597 &- 0,4580 \\ x &- 1 \\ x &= 0,35 \end{aligned} \quad [4.12]$$

Após este procedimento, pode-se então definir a relação pretendida entre as classes que é dada pelo definido na Equações 4.13 e 4.14.

$$Classe 2 = 0,83 Classe 1 \quad [4.13]$$

$$Classe 3 = 0,35 Classe 1 \quad [4.14]$$

Com a relação entre as 3 classes definida pode-se depois encontrar o quadro que define os créditos a atribuir a cada amenidade, em função da distância. Como referido anteriormente analisou-se apenas a Classe 1 e a partir desta obtiveram-se os valores para a Classe 2 e para a Classe 3. As 31 respostas obtidas no questionário para a Classe 1 encontram-se na Tabela 4.18.

Tabela 4.18 - Resultados para a Classe 1 (distâncias em metros)

Classes de Amenidades	Até 300	300 - 500	500 - 1000	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 2500
Classe 1	55	47	28	16	5	4

De novo efetuou-se uma análise AHP para que se pudessem obter os créditos a atribuir a cada amenidade em função da distância. No entanto, neste caso as comparações a efetuar são entre os diferentes intervalos de distância definidos no questionário. As comparações, analogamente ao utilizado anteriormente foram obtidas pelo quociente entre as respostas obtidas nos intervalos comparados. Como exemplo apresenta-se a Equação 4.15, que compara o intervalo de distância “até 300 metros”, com o intervalo “entre 300 e 500 metros”.

$$Até 300 / 300 - 500 = \frac{55}{47} \quad [4.15]$$

Neste caso, para efetuar a comparação entre todos os intervalos de distância, são necessárias 15 comparações. O resultado das 15 comparações, e o valor obtido a partir destas para utilização na análise AHP apresentam-se na Tabela 4.19.

Tabela 4.19 - Valor do quociente das comparações e valor adotado na análise AHP

Intervalos de distância	Valor do Quociente	Valor utilizado na análise AHP
Até 300/300-500	1,17	1,25
Até 300/500-1000	1,96	2,00
Até 300/1000-1500	3,44	3,50
Até 300/1500-2000	11,00	9,00 (limite da escala)
Até 300/2000-2500	13,75	9,00 (limite da escala)
300-500/500-1000	1,68	1,75
300-500/1000-1500	2,94	3,00
300-500/1500-2000	9,40	9,00 (limite da escala)
300-500/2000-2500	11,75	9,00 (limite da escala)
500-1000/1000-1500	1,75	1,75
500-1000/1500-2000	5,60	5,50
500-1000/2000-2500	7,00	7,00
1000-1500/1500-2000	3,20	3,25
1000-1500/2000-2500	4,00	4,00
1500-2000/2000-2500	1,25	1,25

Pela análise da Tabela 4.19 pode-se verificar que ocorrem situações, por exemplo na comparação entre os intervalos “até 300 metros” e “1500-2000 metros”, em que os valores são superiores ao limite da escala de Saaty (definida entre 1 e 9), pelo que nesses casos na análise AHP utiliza-se o limite superior da escala, como já referido, que é 9.

A matriz de cálculo utilizada na análise AHP pode então ser desenvolvida, estando apresentada na Tabela 4.20. O procedimento de cálculo é análogo ao que foi detalhadamente especificado aquando da análise pelo método AHP para as comparações entre as 3 Classes.

Tabela 4.20 – Matriz de cálculo AHP

	Até 300	300 - 500	500 - 1000	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 2500
Até 300	1	1,25	2	3,5	9	9
300 - 500	0,80	1	1,75	3	9	9
500 - 1000	0,50	0,57	1	1,75	5,5	7
1000 - 1500	0,29	0,33	0,57	1	3,25	4
1500 - 2000	0,11	0,11	0,18	0,31	1	1,25
2000 - 2500	0,11	0,11	0,14	0,25	0,80	1
Total da soma da coluna	2,81	3,38	5,65	9,81	28,55	31,25

O próximo passo consistiu em efetuar o quociente entre cada valor da matriz de cálculo e o total da soma da coluna dados na Tabela 4.20. Esse cálculo segue na Tabela 4.21, onde o procedimento está detalhado para a primeira coluna, sendo analogamente utilizado nas restantes.

Tabela 4.21 – Quociente entre o valor da matriz e o total da soma da coluna em 4.21

	Até 300	300 - 500	500 - 1000	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 2500
Até 300	$1/2,81 = 0,356$	0,370	0,354	0,357	0,315	0,288
300 - 500	$0,80/2,81 = 0,285$	0,296	0,310	0,306	0,315	0,288
500 - 1000	$0,50/2,81 = 0,178$	0,169	0,177	0,178	0,193	0,224
1000 - 1500	$0,29/2,81 = 0,102$	0,099	0,101	0,102	0,114	0,128
1500 - 2000	$0,11/2,81 = 0,040$	0,033	0,032	0,031	0,035	0,040
2000 - 2500	$0,11/2,75 = 0,040$	0,033	0,025	0,025	0,028	0,032

Para determinar os valores percentuais a atribuir a cada um dos intervalos de distância avaliados é necessário efetuar o cálculo do vetor de Eigen que se apresenta na Tabela 4.22.

Tabela 4.22 – Cálculo do Vetor de Eigen

VECTOR DE EIGEN		%
Até 300	$(0,356+0,370+0,354+0,357+0,315+0,288)/6 = 0,3401$	34,01
300 - 500	0,3000	30,00
500 - 1000	0,1866	18,66
1000 - 1500	0,1076	10,76
1500 - 2000	0,0352	3,52
2000 - 2500	0,0305	3,05
		100

É necessário agora verificar a consistência da análise. Para efetuar essa verificação é necessário calcular o Valor principal de Eigen ($\lambda_{\text{máx}}$), que é dado pelo produto entre o valor do Vetor de Eigen (Tabela 4.22) e o Total (Tabela 4.20), sendo o resultado apresentado na Tabela 4.23.

Tabela 4.23 - Valor principal de Eigen ($\lambda_{\text{máx}}$)

	Até 300	300 - 500	500 - 1000	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 2500
Vetor de Eigen	0,3401	0,3000	0,1866	0,1076	0,0352	0,0305
Total	2,81	3,38	5,65	9,81	28,55	31,25
$\lambda_{\text{máx}}$	$(0,3401 \times 2,81) + (0,3000 \times 3,38) + (0,1866 \times 5,65) + (0,1076 \times 9,81) + (0,0352 \times 28,55) + (0,0305 \times 31,25) = \mathbf{6,036}$					

Depois de obtido o $\lambda_{\text{máx}}$, pode-se obter o Índice de Consistência (CI), dado pela Equação 4.16.

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \quad [4.16]$$

Com n, números de critérios avaliados e $\lambda_{\text{máx}}$, Valor principal de Eigen. Substituindo os valores em 4.16, tem-se a Equação 4.17.

$$CI = \frac{6,036 - 6}{6 - 1} = 0,0071 \quad [4.17]$$

Como última verificação, procedeu-se à quantificação da Taxa de Consistência (CR), que é dada pelo quociente entre o valor do Índice de Consistência e o Índice de Consistência

Aleatória (RI), apresentada na Equação 4.18. Os valores de RI em função do número de critérios avaliados (n) são dados na Tabela 4.24.

Tabela 4.24 - Índice de Consistência Aleatória (Saaty, 1990)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \quad [4.18]$$

Neste caso, como são comparadas as 6 intervalos de distância, tem-se que n=6, que conduz a um valor de RI igual a 1,24.

Então tem-se que CR é dado pela Equação 4.19.

$$CR = \frac{0,0071}{1,24} = 0,0057 < 0,1 \quad OK! \quad [4.19]$$

Como o valor de CR é menor que 0,1 considera-se que os dados são consistentes pelo que os resultados desta análise, em termos percentuais encontram-se na Tabela 4.25.

Tabela 4.25 - Resultados da análise AHP para os diferentes intervalos de distância

Distâncias em metros	%
Até 300	34,01
300 - 500	30,00
500 - 1000	18,66
1000 - 1500	10,76
1500 - 2000	3,52
2000 - 2500	3,05
TOTAL	100

Com o resultado da comparação entre as 3 classes pode-se a partir da Classe 1 obter os valores percentuais para as restantes classes, estando na Tabela 4.26 as percentagens para cada uma das 3 Classes definidas.

Tabela 4.26 - Percentagens para cada uma das 3 Classes

	Classe 1	Classe 2 = 0,83 Classe 1	Classe 3 = 0,35 Classe 1
Até 300	34,01	28,23	11,90
300 - 500	30,00	24,90	10,50
500 - 1000	18,66	15,49	6,53
1000 - 1500	10,76	8,93	3,77
1500 - 2000	3,52	2,92	1,23
2000 - 2500	3,05	2,54	1,07

No entanto, definiu-se que os créditos deviam ser apresentados num formato, em que a gama de valores estivesse definida entre 0 e 10 e para isso efetuou-se a normalização dos valores convertendo os valores percentuais em valores entre 0 e 1, tendo em conta a relação entre as classes. Esse processo encontra-se representado na Tabela 4.27 para a primeira coluna sendo efetuado de igual modo nas restantes. De seguida, efetuando a multiplicação desses valores por 10 obtêm-se o formato pretendido para a apresentação dos créditos. Este procedimento pode ser observado na Tabela 4.28.

Tabela 4.27 - Normalização dos valores

	0,3401	0,3000	0,1866	0,1076	0,0352	0,0305
Classe 1	1	$(1 \times 0,3000) / 0,3401 = 0,882$	0,551	0,316	0,103	0,090
Classe 2	0,83	$(0,83 \times 0,3000) / 0,3401 = 0,737$	0,458	0,340	0,110	0,097
Classe 3	0,35	$(0,35 \times 0,3060) / 0,3401 = 0,308$	0,191	0,110	0,050	0,043

Tabela 4.28 - Créditos para cada uma das 3 Classes em função dos intervalos de distância (em metros)

	Até 300	300 - 500	500 - 1000	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 2500
Classe 1	10	9	6	3	1	1
Classe 2	8	7	5	3	1	1
Classe 3	4	3	2	1	1	0

4.3. Definição dos *Benchmarks* para o indicador Amenidades

Após a definição dos créditos a atribuir às 3 diferentes classes de amenidades, em função da distância a que as mesmas se encontram do edifício em estudo, é necessário ainda dentro do Parâmetro 22 do SBTool^{PT} (Índice de acessibilidade a amenidades), a realização duma 3ª e última etapa que consiste na definição de *benchmarks* (de melhor prática e de prática convencional) para os 4 tipos de zonas onde o edifício se pode localizar. A definição das 4 zonas é apresentada na Tabela 4.29.

Tabela 4.29 - Tipos de zona

Zona	Descrição
1	Área central de capital de distrito
2	Outras áreas de capital de distrito ou zona central de cidade de média ou grande dimensão
3	Pequena cidade, vila ou subúrbio de cidade de média ou grande dimensão
4	Zona rural

A definição dos *benchmarks* efetuou-se através do estudo de 40 habitações, sendo analisadas 10 habitações para cada tipo de zona, distribuídas ao longo do País, como se pode verificar na Figura 4.13.

Na Figura 4.13 os diferentes tipos de zona são diferenciados pela utilização de uma determinada cor (Verde para Zona 1; Amarelo para Zona 2; Azul para Zona 3; e Vermelho para Zona 4).

O estudo das mesmas foi efetuado recorrendo à ferramenta Google Maps, de forma a verificar a existência na proximidade do edifício (até 2500 metros) das 24 amenidades definidas anteriormente para que se possa promover a uso das mesmas utilizando como meio de transporte os transportes públicos, a bicicleta ou indo a pé.

Caso se verifique a existência das amenidades, retira-se a distância a que as mesmas se localizam do edifício. De referir que caso existam mais do que uma amenidade do mesmo tipo, utiliza-se a distância à amenidade que se encontra mais próxima do edifício, isto é, se por

exemplo se existem 3 cafés na proximidade do edifício em estudo (a 100, 350 e 750 metros) escolhe-se a distância ao que se encontra mais perto da habitação (100 metros).

Por ser de todo impossível a deslocação a cada uma das 40 localizações estudadas, utilizou-se a informação disponível na ferramenta Google Maps. Para situações em que a informação prestada não referia a existência de determinada amenidade, tentou-se verificar a veracidade da mesma consultando as páginas de internet de Câmaras Municipais (informações acerca de escolas, pontos de recolha de lixo e ecopontos), o site www.omeuecoponto.pt da GEOTA (Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente) e Sociedade Ponto Verde. Para o caso das ciclovias foi consultado para complementar a informação dada no Google Maps, o site www.ciclovias.pt, noutros casos foi utilizado o motor de busca Google para verificar a existência de determinada amenidade.



Figura 4.13 - Distribuição ao longo do país das 40 habitações estudadas (Fonte: Google Maps)

Para cada habitação estudada, depois de se retirar a distância às diferentes amenidades, utilizando a Tabela 4.28, obtiveram-se os créditos respetivos. Com a soma dos créditos das 24 amenidades definidas foi possível definir a pontuação total de cada uma das 40 habitações estudadas (que estão divididas nas 4 zonas enunciadas acima). A localização das 40 habitações estudadas encontra-se apresentada no Anexo III.

O resultado do levantamento das distâncias a que cada uma das amenidades se encontra da habitação em estudo apresenta-se para cada tipo de zona na Tabela 4.30 (Zona 1), Tabela 4.31 (Zona 2), Tabela 4.32 (Zona 3) e Tabela 4.33 (Zona 4).

Tabela 4.30 - Levantamento das distâncias (em metros) às amenidades para as habitações pertencentes à Zona 1

ZONA 1	Edifício									
	2	3	10	14	23	24	25	26	27	28
Classe 1										
Espaços exteriores públicos	120	650	500	170	61	650	170	450	100	170
Mercearia	400	260	550	140	21	300	51	130	200	280
Padaria	260	50	10	20	59	160	28	85	230	550
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecopontos	140	30	500	400	350	30	260	250	230	180
Classe 2										
Café / Snack-bar	210	78	31	65	350	150	82	160	160	230
Talho	260	350	350	120	450	400	180	350	900	600
Banco/caixa multibanco	450	240	650	850	450	600	350	550	69	300
Jardim infantil	350	700	250	100	1400	300	350	750	260	46
Escola primária	350	700	1700	700	1100	250	400	1500	650	1400
Escola secundária	500	600	220	220	1100	500	600	700	1200	350
Farmácia	180	400	230	21	200	220	97	58	160	140
Centro médico/médico	400	800	350	150	280	550	350	1100	180	100
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	400	80	350	500	210	850	800	1100	950	800
Classe 3										
Estação de correios	400	1200	190	117	600	350	350	110	400	500
Marco de correios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esquadra de polícia	950	1200	550	-	270	600	700	-	550	1500
Bombeiros	1200	750	-	350	600	700	950	850	1100	1600
Centro comercial	400	450	450	260	550	180	500	-	650	650
Centro desportivo/ginásio	250	300	53	1400	550	450	250	850	1200	950
Centro recreativo	120	650	750	180	1000	81	400	290	700	400
Local de oração	180	400	240	140	450	220	400	210	120	450
Restaurante	300	400	140	43	350	70	15	110	200	230
Ciclovia	2500	-	2200	-	500	-	900	1600	2100	-

Tabela 4.31 - Levantamento das distâncias (em metros) às amenidades para as habitações pertencentes à Zona 2

ZONA 2	Edifício									
	4	5	12	13	21	22	29	30	31	32
Classe 1										
Espaços exteriores públicos	90	240	20	235	650	230	350	180	190	70
Mercearia	1000	80	180	600	170	150	79	60	550	110
Padaria	650	220	43	150	69	220	400	240	120	100
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecopontos	40	45	100	400	500	230	50	250	200	200
Classe 2										
Café / Snack-bar	60	220	34	180	350	160	26	140	290	350
Talho	850	190	86	350	200	79	450	900	270	110
Banco/caixa multibanco	600	70	220	1200	600	600	170	490	290	200
Jardim infantil	1000	290	550	300	350	650	190	750	1000	400
Escola primária	2200	650	1300	350	450	500	1900	700	78	190
Escola secundária	2400	950	650	1000	750	750	500	1000	1300	800
Farmácia	600	260	30	600	290	130	250	130	160	250
Centro médico/médico	900	450	400	190	750	500	500	750	800	1200
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	150	950	1200	190	750	-	2000	750	800	1200
Classe 3										
Estação de correios	-	550	300	300	300	150	550	400	250	350
Marco de correios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esquadra de polícia	-	900	290	1200	1000	400	400	290	190	1000
Bombeiros	-	700	950	1600	1000	700	750	2200	600	550
Centro comercial	1700	190	1000	1000	-	550	170	300	-	-
Centro desportivo/ginásio	170	1400	750	400	550	450	130	350	550	1000
Centro recreativo	200	220	70	500	600	1700	600	350	850	300
Local de oração	1100	240	55	350	800	220	260	230	110	260
Restaurante	60	25	15	56	230	120	130	200	120	150
Ciclovía	1500	-	-	1300	-	650	-	1900	-	-

Tabela 4.32 - Levantamento das distâncias (em metros) às amenidades para as habitações pertencentes à Zona 3

ZONA 3	Edifício									
	6	7	11	15	16	17	33	34	35	36
Classe 1										
Espaços exteriores públicos	1700	500	81	100	40	150	200	81	77	305
Mercearia	180	190	450	180	110	130	150	450	170	270
Padaria	120	210	149	310	110	97	450	38	200	260
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	0	0	0	0	0	180	0	210	0	75
Ecopontos	450	180	350	170	290	240	400	60	220	160
Classe 2										
Café / Snack-bar	140	81	450	69	300	190	700	85	170	230
Talho	180	170	290	130	140	2000	700	350	400	300
Banco/caixa multibanco	200	400	81	280	110	350	800	350	500	300
Jardim infantil	2200	500	400	230	500	2200	1000	240	230	500
Escola primária	200	1300	1200	450	250	500	400	650	230	400
Escola secundária	1000	180	750	600	750	-	900	1100	1100	500
Farmácia	850	400	300	130	200	-	700	240	170	260
Centro médico/médico	190	170	550	500	150	150	1700	500	850	310
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	-	180	-	-	-	150	1700	-	-	-
Classe 3										
Estação de correios	290	550	850	310	180	140	1000	160	500	25
Marco de correios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esquadra de polícia	600	520	300	600	600	-	750	550	570	130
Bombeiros	280	500	260	450	300	270	700	500	280	160
Centro comercial	-	-	-	400	-	-	-	-	-	-
Centro desportivo/ginásio	28	850	1900	700	270	1000	210	350	1200	150
Centro recreativo	450	500	-	750	-	1850	650	250	1200	450
Local de oração	1700	700	450	160	280	150	210	260	650	260
Restaurante	140	130	350	72	180	140	350	85	300	320
Ciclovía	-	-	-	140	-	-	2200	-	-	2300

Tabela 4.33 - Levantamento das distâncias (em metros) às amenidades para as habitações pertencentes à Zona 4

ZONA 4	Edifício									
	1	8	9	18	19	20	37	38	39	40
Classe 1										
Espaços exteriores públicos	-	300	250	150	1200	300	200	300	150	100
Mercearia	650	160	1700	200	400	400	190	450	500	500
Padaria	1500	130	120	500	1000	400	150	280	270	-
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	220	0	0	0	0	0	270	250	150	170
Ecopontos	400	210	40	120	170	350	270	400	150	110
Classe 2										
Café / Snack-bar	300	300	120	450	84	400	260	400	-	140
Talho	-	320	-	2100	950	350	-	210	-	130
Banco/caixa multibanco	1300	130	-	550	1000	-	-	400	-	-
Jardim infantil	1100	360	-	160	1200	1000	50	1000	400	500
Escola primária	1000	450	700	600	1200	1100	50	350	-	300
Escola secundária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Farmácia	-	400	-	550	1000	1700	110	240	-	120
Centro médico/médico	1100	41	850	550	1000	1800	400	1200	500	160
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	1600	-	1800	450	-	280	-	-	-	-
Classe 3										
Estação de correios	-	280	-	-	-	2000	-	400	220	310
Marco de correios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esquadra de polícia	-	-	-	-	-	-	-	300	-	-
Bombeiros	-	-	-	-	-	-	-	160	-	-
Centro comercial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centro desportivo/ginásio	1500	300	140	130	1200	800	600	1400	450	1000
Centro recreativo	1000	340	-	80	1200	350	-	-	-	-
Local de oração	550	260	350	750	1200	350	290	50	140	150
Restaurante	900	1200	650	700	-	270	-	180	-	400
Ciclovía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Após efetuar-se o levantamento das distâncias, a definição dos créditos para as 40 habitações mediante o definido na Tabela 4.28 é apresentado nas Tabelas 4.34 (Zona 1), 4.35 (Zona 2), 4.36 (Zona 3) e 4.37 (Zona 4).

Tabela 4.34 - Créditos obtidos por cada uma das habitações pertencentes à Zona 1

ZONA 1	Pontuações por edifício									
	2	3	10	14	23	24	25	26	27	28
Classe 1										
Espaços exteriores públicos	10	6	6	10	10	6	10	9	10	10
Mercearia	9	10	6	10	10	9	10	10	10	10
Padaria	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Ecopontos	10	10	6	9	9	10	10	10	10	10
Classe 2										
Café / Snack-bar	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8
Talho	8	7	7	8	7	7	8	7	5	5
Banco/caixa multibanco	7	8	5	5	7	5	7	5	8	7
Jardim infantil	7	5	8	8	3	7	7	5	8	8
Escola primária	7	5	1	5	3	8	7	1	5	3
Escola secundária	5	5	8	8	3	5	5	5	3	7
Farmácia	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8
Centro médico/médico	7	5	7	8	8	5	7	3	8	8
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	7	8	7	5	8	5	5	3	5	5
Classe 3										
Estação de correios	3	1	4	4	2	3	3	4	3	2
Marco de correios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esquadra de polícia	2	1	2	0	4	2	2	0	2	1
Bombeiros	1	2	0	3	2	2	2	2	1	1
Centro comercial	3	3	3	4	2	4	2	0	2	2
Centro desportivo/ginásio	4	3	4	1	2	3	4	2	1	2
Centro recreativo	4	2	2	4	1	4	3	4	2	3
Local de oração	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3
Restaurante	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4
Ciclovía	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0
Pontuação TOTAL	137	122	120	136	124	129	137	115	127	123

Tabela 4.35 - Créditos obtidos por cada uma das habitações pertencentes à Zona 2

ZONA 2	Pontuações por edifício									
	4	5	12	13	21	22	29	30	31	32
Classe 1										
Espaços exteriores públicos	10	10	10	10	6	10	9	10	10	10
Mercearia	3	10	10	6	10	10	10	10	6	10
Padaria	6	10	10	10	10	10	9	10	10	10
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Ecopontos	10	10	10	9	6	10	10	10	10	10
Classe 2										
Café / Snack-bar	8	8	8	8	7	8	8	8	8	7
Talho	5	8	8	7	8	8	7	5	8	8
Banco/caixa multibanco	5	8	8	3	5	5	8	7	8	8
Jardim infantil	3	8	5	7	7	5	8	5	3	7
Escola primária	1	5	3	7	7	5	1	5	8	8
Escola secundária	1	5	5	3	5	5	5	3	3	5
Farmácia	5	8	8	5	8	8	8	8	8	8
Centro médico/médico	5	7	7	8	5	5	5	5	5	3
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	8	5	3	8	5	0	1	5	5	3
Classe 3										
Estação de correios	0	2	3	3	3	4	2	3	4	3
Marco de correios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esquadra de polícia	0	2	4	1	1	3	3	4	4	1
Bombeiros	0	2	2	1	1	2	2	0	2	2
Centro comercial	1	4	1	1	0	2	4	3	0	0
Centro desportivo/ginásio	4	1	2	3	2	3	4	3	2	1
Centro recreativo	4	4	4	2	2	1	2	3	2	3
Local de oração	1	4	4	3	2	4	4	4	4	4
Restaurante	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ciclovia	1	0	0	1	0	2	0	1	0	0
Pontuação TOTAL	95	135	129	120	114	124	124	126	124	125

Tabela 4.36 - Créditos obtidos por cada uma das habitações pertencentes à Zona 3

ZONA 3	Pontuações por edifício									
	6	7	11	15	16	17	33	34	35	36
Classe 1										
Espaços exteriores públicos	1	6	10	10	10	10	10	10	10	9
Mercearia	10	10	9	10	10	10	10	9	10	10
Padaria	10	10	10	9	10	10	9	10	10	10
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Ecopontos	9	10	9	10	10	10	9	10	10	10
Classe 2										
Café / Snack-bar	8	8	7	8	7	8	5	8	8	8
Talho	8	8	8	8	8	1	5	7	7	7
Banco/caixa multibanco	8	7	8	8	8	7	5	7	5	7
Jardim infantil	1	5	7	8	5	1	3	8	8	5
Escola primária	8	3	3	7	8	5	7	5	8	7
Escola secundária	3	8	5	5	5	0	5	3	3	5
Farmácia	5	7	7	8	8	0	5	8	8	8
Centro médico/médico	8	8	5	5	8	8	1	5	5	7
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	0	8	0	0	0	8	1	0	0	0
Classe 3										
Estação de correios	4	2	2	3	4	4	1	4	2	4
Marco de correios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esquadra de polícia	2	2	3	2	2	0	2	2	2	4
Bombeiros	4	2	4	3	3	4	2	2	4	4
Centro comercial	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Centro desportivo/ginásio	4	2	1	2	4	1	4	3	1	4
Centro recreativo	3	2	0	2	0	1	2	4	1	3
Local de oração	1	2	3	4	4	4	4	4	2	4
Restaurante	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3
Ciclovia	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Pontuação TOTAL	111	124	114	133	128	106	103	123	117	129

Tabela 4.37 - Créditos obtidos por cada uma das habitações pertencentes à Zona 4

ZONA 4	Pontuações por edifício									
	1	8	9	18	19	20	37	38	39	40
Classe 1										
Espaços exteriores públicos	0	9	10	10	3	9	10	9	10	10
Mercearia	6	10	1	10	9	9	10	9	6	6
Padaria	1	10	10	5	3	9	10	10	10	0
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Ecopontos	9	10	10	10	10	9	10	9	10	10
Classe 2										
Café / Snack-bar	7	7	8	7	8	7	8	7	0	8
Talho	0	7	0	1	5	7	0	8	0	8
Banco/caixa multibanco	3	8	0	5	3	0	0	7	0	0
Jardim infantil	3	7	0	8	3	3	8	3	7	5
Escola primária	3	7	7	7	3	3	8	7	0	7
Escola secundária	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Farmácia	0	7	0	5	3	1	8	8	0	8
Centro médico/médico	3	8	5	5	3	1	7	3	5	8
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)	1	0	1	7	0	8	0	0	0	0
Classe 3										
Estação de correios	0	4	0	0	0	0	0	3	4	3
Marco de correios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esquadra de polícia	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Bombeiros	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Centro comercial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centro desportivo/ginásio	1	3	4	4	1	2	2	1	3	1
Centro recreativo	1	3	0	4	1	3	0	0	0	0
Local de oração	2	4	3	2	1	3	4	4	4	4
Restaurante	2	1	2	2	0	4	0	4	0	3
Ciclovia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pontuação TOTAL	52	115	69	101	66	88	95	109	69	91

Depois de obter as pontuações totais para cada uma das 40 habitações estudadas, pode-se efetuar a definição dos *benchmarks* para cada uma das zonas referidas. Para cada tipo de zona é necessário obter o *benchmark* da prática convencional, bem como o *benchmark* de melhor prática.

Para a definição da prática convencional efetuou-se a média das pontuações totais obtidas em cada uma das 10 habitações que pertencem a um tipo de zona, como se pode ver na Equação 4.20.

$$Prática\ Convencional = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_i}{i} \quad [4.20]$$

Com:

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_i$ – Pontuações totais para cada uma das habitações estudadas dentro de cada tipo de zona; e i – Número de habitações estudadas dentro de cada tipo de zona.

A definição do *benchmark* de melhor prática é obtida através da utilização do Microsoft Excel para calcular a média e o desvio padrão dos resultados de cada uma das zonas. O valor da média e do desvio padrão calculados apresentam-se na Tabela 4.38.

Tabela 4.38 - Média e desvio padrão para cada uma das 4 Zonas

	Pontuações										Média	Desvio Padrão
Zona 1	137	122	120	136	124	129	137	115	127	123	127	7,66
Zona 2	95	135	129	120	114	124	124	126	124	125	121,6	10,80
Zona 3	111	124	114	133	128	106	103	123	117	129	118,8	10,20
Zona 4	52	115	69	101	66	88	95	109	69	91	85,5	20,65

Os valores da média e do desvio padrão são inseridos no programa informático WinStat – Sistema de Análise Estatística, que permite obter a curva de distribuição normal para cada um dos casos e definir o valor do *benchmark* de melhor prática que é dado pelo valor que só é ultrapassado em 25% dos casos (melhores 25%), ou seja no programa informático utilizado corresponde ao valor de fronteira à direita para uma probabilidade de 75%. Os resultados do processamento através da ferramenta WinStat encontram nas Figuras 4.14 (Zona 1), 4.15 (Zona 2), 4.16 (Zona 3) e 4.17 (Zona 4), onde está salientado através de uma caixa retangular os parâmetros introduzidos (média, desvio padrão e probabilidade de 0,75), bem como o resultado pretendido, no caso da Figura 4.14 foi de 135,81.

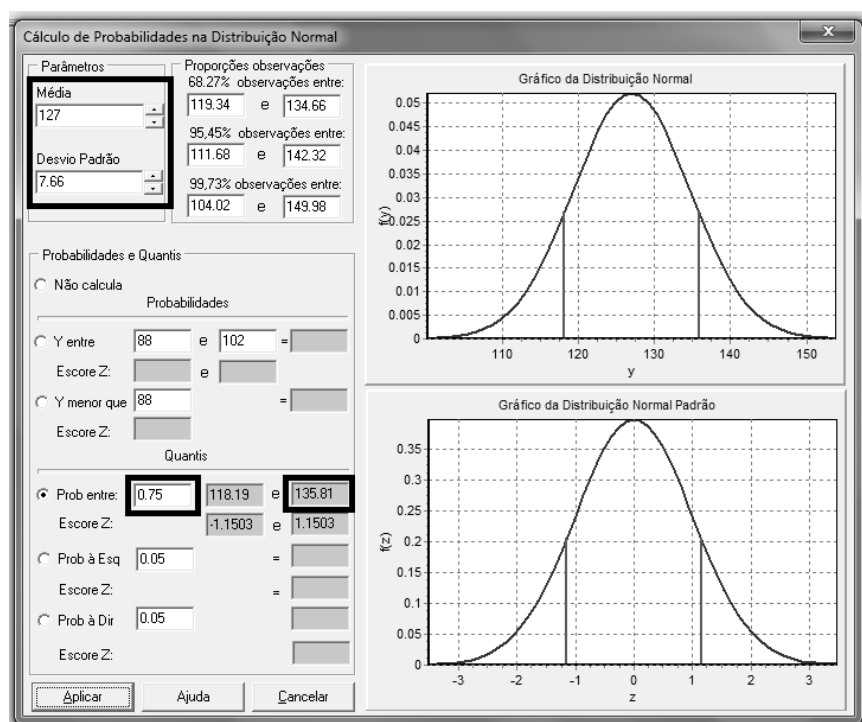


Figura 4.14 - Aspeto do programa informático WinStat, dados introduzidos e dados obtidos para a Zona 1 (Fonte: WinStat, Versão 1.0, 2003)

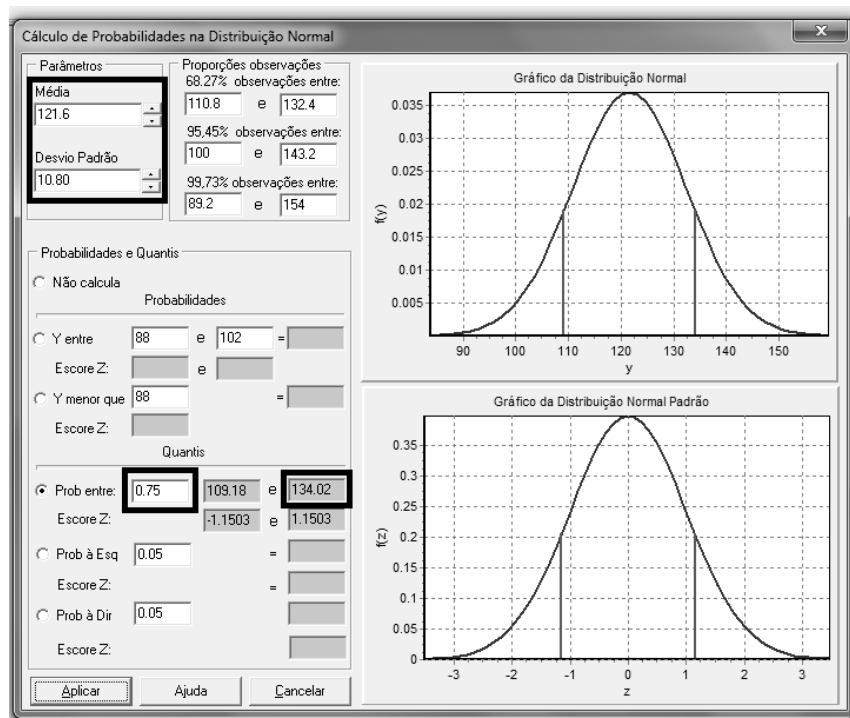


Figura 4.15 - Aspeto do programa informático WinStat, dados introduzidos e dados obtidos para a Zona 2 (Fonte WinStat, Versão 1.0, 2003)

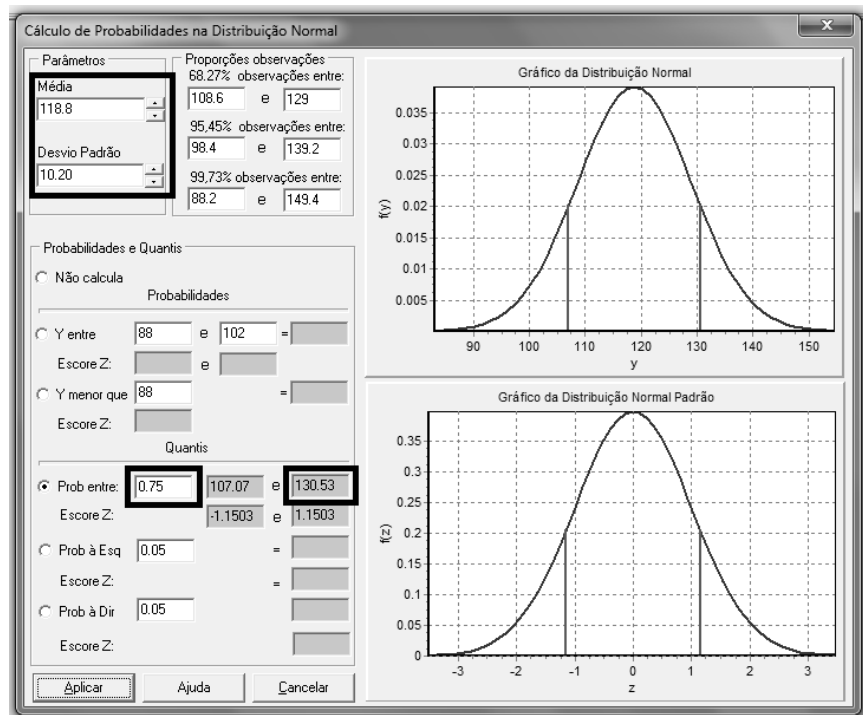


Figura 4.16 - Aspeto do programa informático WinStat, dados introduzidos e dados obtidos para a Zona 3 (Fonte: WinStat, Versão 1.0, 2003)

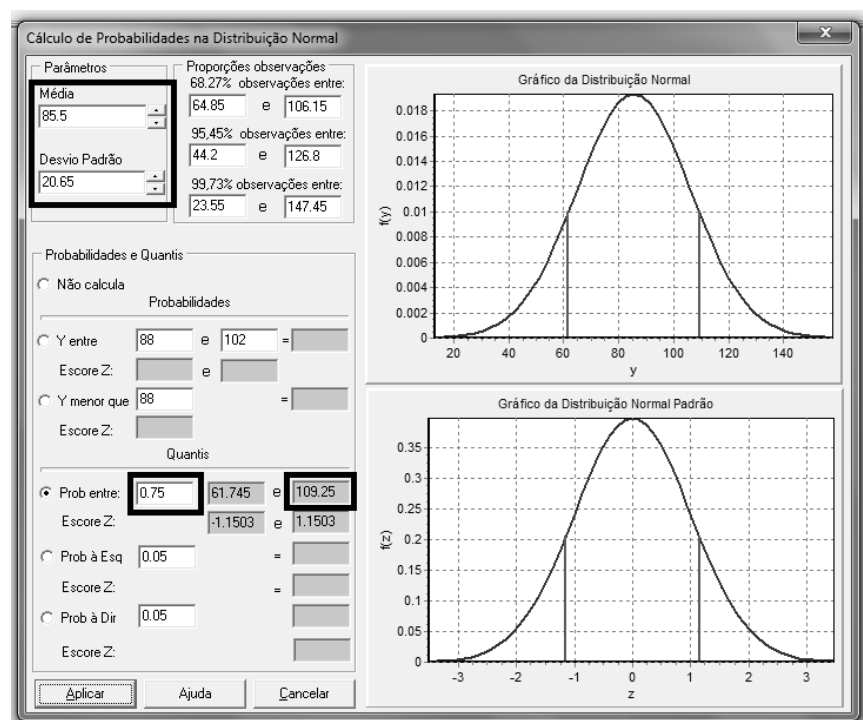


Figura 4.17 - Aspeto do programa informático WinStat, dados introduzidos e dados obtidos para a Zona 4 (Fonte: WinStat, Versão 1.0, 2003)

Efetuando-se as metodologias referidas acima para se definirem os *benchmarks* de prática convencional e de melhor prática, obtém-se os resultados apresentados na Tabela 4.39.

Tabela 4.39 - *Benchmark* de Prática Convencional e *Benchmark* de Melhor Prática

Zona	1	2	3	4
Prática Convencional	127	122	119	86
Melhor Prática	136	134	131	109

A partir da Tabela 4.39, pode-se verificar que os valores dos *benchmarks* para os 4 tipos de zona definidos vão decrescendo conforme se progride na análise de Zona 1 (Área central de capital de distrito) para Zona 4 (Zona Rural), e que os valores dos *benchmarks*, para a Zona 2 (Outras áreas de capital de distrito ou zona central de cidade de média ou grande dimensão) e Zona 3 (Pequena cidade, vila ou subúrbio de cidade de média ou grande dimensão) são próximos. Verifica-se também um grande decaimento dos *benchmarks* aquando da passagem de Zona 3 para Zona 4.

5. DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPOSTA PARA SISTEMA DE PESOS DA METODOLOGIA SBTOOL^{PT}

5.1. Enquadramento

O Desenvolvimento Sustentável tem sido uma temática que tem ganho cada vez mais relevo e importância à escala mundial. As mudanças climáticas que têm ocorrido um pouco por todo o planeta e suas consequências na dinâmica do mesmo, conduzem a uma nova consciencialização de que algo tem que ser feito por forma a não hipotecar o futuro das próximas gerações. Deste modo, a indústria da construção, nomeadamente o sector dos edifícios, apresenta uma elevada interligação com os objetivos e metas do Desenvolvimento Sustentável, visto ser um dos sectores que, à escala mundial, consome maiores quantidades de matérias-primas e de energia e produz grandes quantidades de resíduos. Devido a isso têm estado em desenvolvimento, à escala global, diversos sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade de edifícios. Estes sistemas permitem, de acordo com o conceito de construção sustentável, definir objetivos passíveis de serem atingidos, na fase de projeto, contribuindo para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis. Em Portugal, um dos sistemas desenvolvidos para a avaliação e certificação da construção sustentável é o SBTool^{PT}.

Neste capítulo da dissertação pretende-se apresentar o desenvolvimento de um sistema de pesos para os indicadores presentes na metodologia SBTool^{PT}, e com vista à satisfação desse objetivo foi elaborado um inquérito *on-line*. Este inquérito tem como objetivo avaliar o modo como cada um dos principais intervenientes no ciclo de vida dos edifícios (Projetistas, Construtores, Utilizadores, Promotores Imobiliários e Consultores/Especialistas em Construção Sustentável) perceciona a importância relativa de cada um dos indicadores de sustentabilidade do sistema SBTool^{PT}. Para o desenvolvimento do mesmo foi utilizado o servidor de inquéritos *on-line* SurveyGizmo, e o aspeto da página de introdução ao mesmo encontra-se na Figura 5.1.

Este estudo permitiu, para o contexto português, o conhecimento da importância relativa de cada um dos indicadores de sustentabilidade, que possibilitará que os edifícios desenvolvidos satisfaçam as expectativas dos diversos intervenientes, para cada uma das dimensões do Desenvolvimento Sustentável: Ambiente, Sociedade e Economia.



Figura 5.1 – Página introdutória do inquérito *on-line* “Sistema de pesos para os indicadores de construção sustentável”

Este inquérito teve o propósito de contribuir para o desenvolvimento de um sistema de pesos para os indicadores presentes no sistema de avaliação e certificação da sustentabilidade SBTool^{PT}. Esse sistema vai definir os pesos que cada uma das 3 dimensões do Desenvolvimento Sustentável, cada uma das 9 categorias e os parâmetros incluídos em cada uma destas devem possuir na opinião dos participantes. De seguida são apresentadas na Tabela 5.1 as categorias pertencentes a cada uma das 3 dimensões (Ambiental, Social e Económica). Na Tabela 5.2. encontra-se apresentada a distribuição dos 25 parâmetros pelas 9 categorias pertencentes a este sistema.

Tabela 5.1 – Distribuição das 9 categorias pelas 3 dimensões do Desenvolvimento Sustentável (iiSBE Portugal, 2009)

ID	Descrição
DA	Dimensão Ambiental
C1	Alterações climáticas e qualidade do ar exterior
C2	Uso do solo e biodiversidade
C3	Energia
C4	Materiais e resíduos sólidos
C5	Água
DS	Dimensão Social
C6	Saúde e conforto dos utilizadores
C7	Acessibilidade
C8	Sensibilização e educação para a sustentabilidade
DE	Dimensão Económica
C9	Custos de ciclo de vida

O inquérito é composto por 10 questões. Na primeira delas questiona-se acerca do grupo de intervenientes a que o inquirido pertence. As restantes visam obter a importância relativa (numa escala de 1 “Não Importante” até 5 “Muito Importante”) que os questionados atribuem a cada uma das dimensões do Desenvolvimento Sustentável, bem como a cada uma das 9 categorias inserida na metodologia SBTool^{PT}. Foi também questionada a importância relativa, novamente na mesma escala, que cada um dos parâmetros deve apresentar na quantificação do nível de desempenho do edifício ao nível da categoria onde estão inseridos. Nesta questão pretendeu-se estabelecer a importância relativa de cada um dos parâmetros na categoria a que pertencem, pelo que a Categoria 1 e a Categoria 8, por apenas possuírem um parâmetro são dispensadas de análise. Este inquérito encontra-se apresentado no Anexo IV.

O inquérito foi endereçado, via correio eletrónico, para vários indivíduos que pertencem aos 5 grupos de principais intervenientes no ciclo de vida dos edifícios (Projetistas, Construtores, Clientes/Utilizadores, Promotores Imobiliários e Consultores/Especialistas em Construção Sustentável), tendo sido obtidas 60 respostas. Estes indivíduos distribuíram-se da seguinte forma pelos grupos de intervenientes: 16 Projetistas, 8 Construtores, 21 Clientes/Utilizadores, 6 Promotores Imobiliários e 9 Consultores/Especialistas em Construção Sustentável. A distribuição dos participantes sob a forma gráfica apresenta-se na Figura 5.2. A falta de disponibilidade para responder ao inquérito por parte dos intervenientes do setor da construção, conduziu a que o número de respostas não fosse o ideal, pelo que a análise de dados foi efetuada juntando todas as respostas.

Tabela 5.2 – Distribuição dos 25 parâmetros pelas 9 categorias presentes na metodologia SBTTool^{PT} (iiSBE Portugal, 2009)

ID	Descrição
C1	Categoria 1 Alterações climáticas e qualidade do ar exterior
P1	Valor agregado dos impactes ambientais de ciclo de vida por m ² de área útil de pavimento
C2	Categoria 2 Uso do solo e biodiversidade
P2	Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível
P3	Índice de impermeabilização
P4	Percentagem de área de intervenção previamente contaminada ou edificada
P5	Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones
P6	Percentagem da área em planta com reflectância superior a 60%
C3	Categoria 3 Energia
P7	Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização
P8	Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis
C4	Categoria 4 Materiais e resíduos sólidos
P9	Percentagem em custo de materiais reutilizados
P10	Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício
P11	Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados
P12	Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão
P13	Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos
C5	Categoria 5 Água
P14	Volume anual de água consumido <i>per capita</i> no interior do edifício
P15	Percentagem de redução do consumo de água potável
C6	Categoria 6 Conforto e saúde dos utilizadores
P16	Potencial de ventilação natural
P17	Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV
P18	Nível de conforto térmico médio anual
P19	Média do fator luz do dia médio
P20	Nível médio de isolamento acústico
C7	Categoria 7 Acessibilidade
P21	Índice de acessibilidade a transportes públicos
P22	Índice de acessibilidade a amenidades
C8	Categoria 8 Sensibilização e educação para a sustentabilidade
P23	Disponibilidade do manual de utilizador do edifício
C9	Categoria 9 Custos de ciclo de vida
P24	Custo de investimento inicial
P25	Custos de Utilização

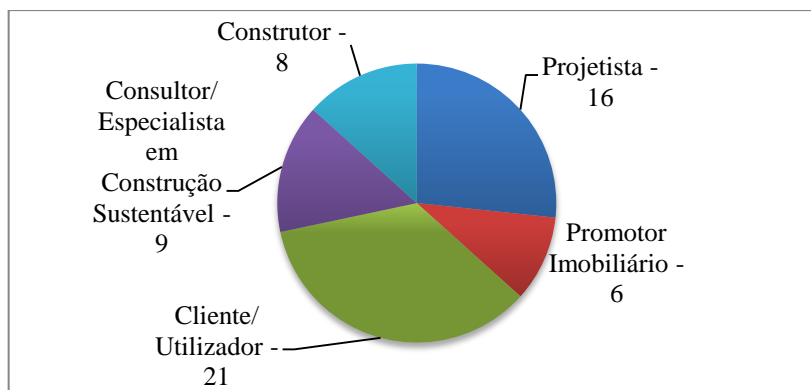


Figura 5.2 – Distribuição dos participantes, por grupo de intervenientes no ciclo de vida dos edifícios

Após efetuado o enquadramento do inquérito, com a definição dos seus objetivos, particularidades e apresentação do número de respostas obtido, pode-se agora efetuar a análise numérica das respostas de forma a elaborar o pretendido sistema de pesos.

5.2. Análise dos resultados obtidos

5.2.1. Obtenção dos pesos para as dimensões

Na segunda questão era pedido aos inquiridos que avaliassem a importância que cada uma das dimensões do Desenvolvimento Sustentável (Ambiental, Social e Económica) deveria possuir na quantificação do nível de sustentabilidade global do edifício, numa base de 100%. Deste modo, a soma das percentagens atribuídas às 3 dimensões tem de ser igual a 100%. De forma a facilitar a compreensão do que era solicitado aos inquiridos, colocou-se como exemplo os valores por defeito, que para não influenciar nenhuma das dimensões em relação às restantes, tinha o valor de 33,3% para todas as dimensões, como se pode verificar na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Questão relativa ao peso de cada uma das dimensões do Desenvolvimento Sustentável

Dimensão	Valores por defeito (%)	Opinião (%)
Ambiental	33,3	
Social	33,3	
Económica	33,3	
	100	100

Os resultados das respostas a esta questão encontram-se apresentados na Tabela 5.4, a qual contém uma coluna referente à soma das percentagens atribuídas, para que se possa verificar se a condição que define que a soma dos pesos de cada uma das dimensões perfaz o valor de 100% é respeitada.

Tabela 5.4 – Resultados para cada uma das 60 respostas obtidas

		DIMENSÃO			Soma das percentagens atribuídas
		Ambiental	Social	Económica	
RESPOSTAS	1	40	30	30	100
	2	40	30	30	100
	3	33,3	33,3	33,3	100
	4	40	30	30	100
	5	45	5	50	100
	6	40	25	35	100
	7	33,3	33,3	33,3	100
	8	50	30	20	100
	9	40	30	30	100
	10	35	30	35	100
	11	100	95	95	290
	12	40	30	30	100
	13	60	20	20	100
	14	33,3	33,3	33,3	100
	15	30	30	40	100
	16	33,3	33,3	33,3	100
	17	10	20	70	100
	18	35	45	20	100
	19	40	30	30	100
	20	25	25	50	100
	21	30	30	40	100
	22	50	25	25	100
	23	30	30	40	100
	24	35	20	45	100
	25	33,3	33,3	33,3	100
	26	35	40	25	100
	27	40	30	30	100
	28	30	25	45	100

Tabela 5.4 (Continuação) – Resultados para cada uma das 60 respostas obtidas

		DIMENSÃO			Soma das percentagens atribuídas
		Ambiental	Social	Económica	
	29	20	50	30	100
	30	30	20	50	100
	31	25	50	25	100
	32	50	25	25	100
	33	40	30	30	100
	34	20	50	30	100
	35	50	20	30	100
	36	33,3	33,3	33,3	100
	37	20	40	40	100
	38	33,3	33,3	33,3	100
	39	40	35	25	100
	40	30	30	40	100
	41	40	20	40	100
	42	40	30	30	100
	43	33,3	33,3	33,3	100
	44	40	30	30	100
	45	50	25	25	100
	46	45	10	45	100
	47	33,3	33,3	33,3	100
	48	31	31	35	97
	49	40	40	20	100
	50	35	40	25	100
	51	30	30	40	100
	52	24	25	51	100
	53	40	30	30	100
	54	50	50	0	100
	55	30	40	30	100
	56	50	30	20	100
	57	35	35	30	100
	58	30	20	50	100
	59	30	30	40	100
	60	50	20	30	100

Pela análise da Tabela 5.4 pode-se verificar que tanto para a resposta número 11 como para a resposta número 48, a soma das percentagens atribuídas às dimensões não toma o valor 100%,

tendo um total de 290 para a resposta 11 e de 97 para a resposta 48. Este facto podia ocorrer pois no servidor SurveyGizmo não foi encontrado nenhum mecanismo que obrigasse a soma a tomar o valor pretendido (100), pelo que na análise com vista a determinar os pesos de cada uma das 3 dimensões, mediante cada uma das respostas obtidas, estas 2 respostas não foram consideradas.

O mecanismo de obtenção dos pesos escolhido consiste na realização da média das percentagens obtidas em cada uma das dimensões, definidas em cada uma das respostas, ou seja, por exemplo para dimensão ambiental soma-se as percentagens atribuídas em cada uma das 58 respostas (2 foram excluídas) e divide-se pelo número de respostas, obtendo assim a média dada na Equação 5.1.

$$Peso\ Dimensão = \frac{\sum P_n}{n} \quad [5.1]$$

Em que:

P_n – percentagens atribuídas para determinada dimensão no número total de respostas, retirando as excluídas (soma das 3 dimensões diferente de 100%); e n – número de respostas validadas para análise, ou seja retira-se ao número de respostas total, o número de respostas excluídas.

Depois de definido e explicado o mecanismo de cálculo, procedeu-se à execução do mesmo, apresentando-se na Tabela 5.5 o resultado obtido para o peso relativo de cada uma das dimensões do desenvolvimento sustentável.

Tabela 5.5 - Pesos (%) para cada uma das dimensões

Dimensão	Peso (%)
Ambiental	36
Social	31
Económica	33

Como já referido acima, devido à falta de disponibilidade dos intervenientes do ciclo de vida dos edifícios, a definição dos pesos foi efetuada juntando todas as respostas. No entanto, ao

nível dos pesos das dimensões efetuou-se uma análise de sensibilidade, de maneira a verificar como cada grupo de intervenientes valorizava as 3 dimensões. O resultado desta análise encontra-se apresentado na Figura 5.3.

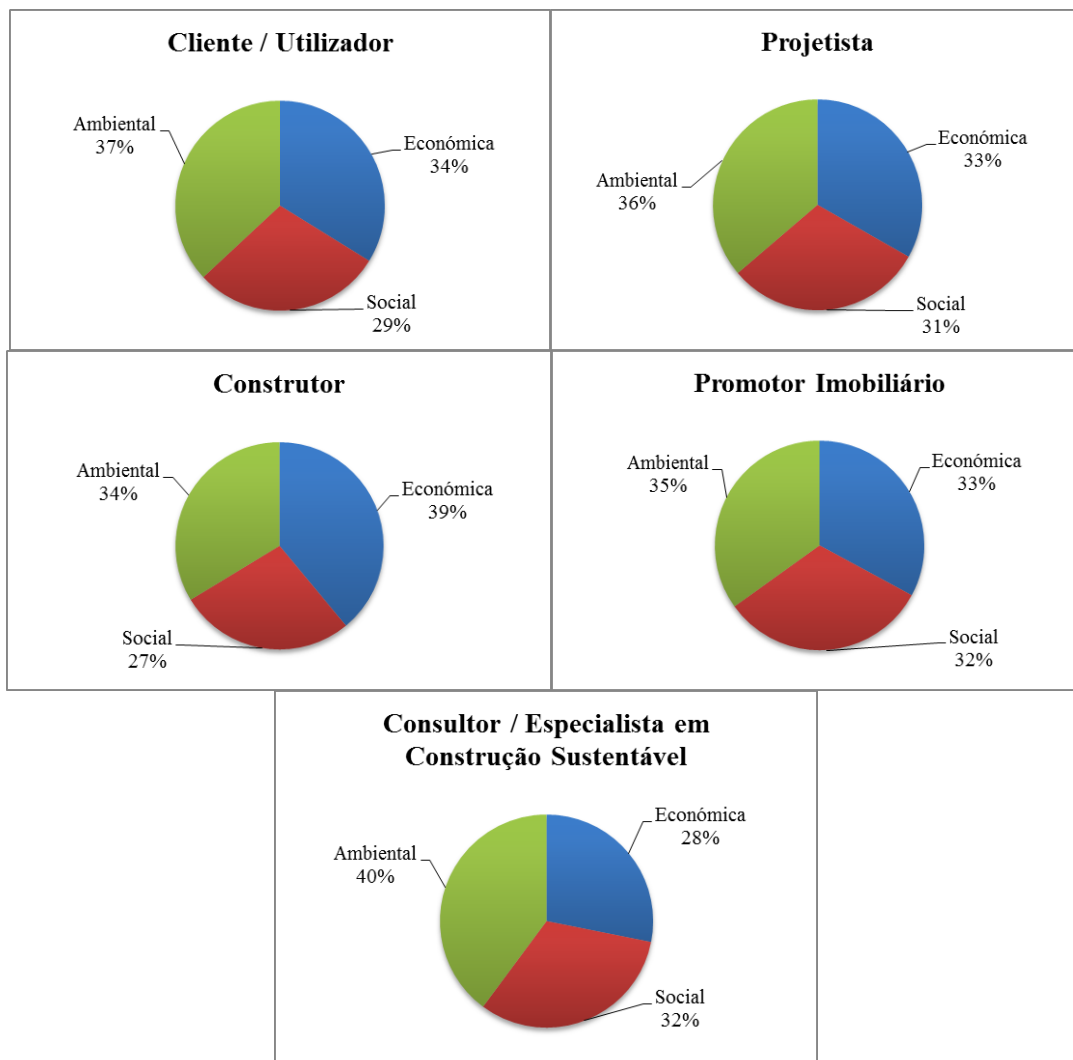


Figura 5.3 – Pesos para cada dimensão em função dos grupos de intervenientes no ciclo de vida dos edifícios

Pela análise da Figura 5.3 pode-se verificar que a dimensão ambiental é a mais valorizada pelos grupos de intervenientes, à exceção dos construtores. Os construtores constituem o grupo que considera a dimensão económica a mais preponderante para este estudo. De referir que as opiniões por parte dos projetistas e dos promotores imobiliárias foram semelhantes.

5.3. Obtenção dos pesos para as categorias

A questão seguinte é relativa à importância relativa de cada uma das 9 categorias presentes no sistema SBTool^{PT}, e para isso foi pedido aos inquiridos que, de acordo com a sua opinião, avaliassem cada uma das categorias numa escala de 1 (não importante) até 5 (muito importante). Os resultados das respostas encontram-se na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Respostas obtidas para cada uma das 9 categorias do sistema SBTool^{PT}, na escala apresentada

	1 - Não Importante	2 - Pouco Importante	3 - Importância média	4 - Importante	5 - Muito Importante
C1 - Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	0	4	13	22	21
C2 - Uso do solo e biodiversidade	0	1	12	27	20
C3 - Energia	0	0	3	20	37
C4 - Materiais e resíduos sólidos	0	2	10	27	21
C5 – Água	0	0	5	12	43
C6 – Conforto e Saúde dos utilizadores	0	0	6	15	39
C7 - Acessibilidade	0	2	14	27	17
C8 – Sensibilização e educação para a sustentabilidade	0	3	12	21	24
C9 – Custos de ciclo de vida	1	1	5	25	28

Pela análise da Tabela 5.6, pode-se verificar que a grande parte das respostas se localizam no nível 4 (importante) e nível 5 (muito importante), existindo apenas uma categoria (categoria 9) que foi considerada por um dos inquiridos como “não importante”. Pode-se referir também que foram reduzidos os inquiridos que atribuíram a classificação relativa “pouco importante”.

Para o desenvolvimento do sistema de pesos, tanto ao nível das categorias, como dos parâmetros nestas incluídas utiliza-se à imagem do capítulo 4 (Desenvolvimento do método de avaliação do indicador amenidades do sistema SBTool^{PT}) desta dissertação o método de análise multi-critério AHP, já referido e explicitado nesse capítulo. Neste estudo é necessário

de forma a possibilitar a aplicação do método mencionado, estabelecer comparações a pares, que serão executadas em primeiro lugar entre as categorias e mais à frente entre os parâmetros pertencentes a cada uma destas. Para estabelecer a comparação a pares são apenas utilizados os dados constantes na coluna referente às respostas de nível 5 (muito importante), pois se pretendemos efetuar comparações entre as diferentes categorias com vista a estabelecer quais devem, na opinião dos inquiridos, receber um maior peso na avaliação estas devem ser feitas com base no nível de importância mais elevado da análise.

Para definir o peso de cada uma das categorias é necessário fazer uma análise dimensão a dimensão, pois dessa forma obtém-se o peso que determinada categoria apresenta dentro da dimensão de Desenvolvimento Sustentável à qual pertence.

5.3.1. Categorias incluídas na Dimensão Ambiental

Nesta secção vai-se proceder ao estudo ao nível das categorias inseridas na Dimensão Ambiental, que se encontram apresentadas na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Categorias pertencentes à Dimensão Ambiental

Dimensão Ambiental
C1 - Alterações climáticas e qualidade do ar exterior
C2 - Uso do solo e biodiversidade
C3 – Energia
C4 - Materiais e resíduos sólidos
C5 – Água

Para as categorias pertencentes à Dimensão Ambiental, os dados para análise apresentam-se na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 – Dados para análise

Categoria	Respostas
C1	21
C2	20
C3	37
C4	21
C5	43

Para a utilização do método AHP é necessário efetuar a comparação a pares entre cada um dos elementos analisados (neste caso as categorias), sendo então necessário efetuar as comparações, que analogamente ao utilizado no capítulo 4 são dadas pelos quocientes entre o número de respostas obtidas por cada uma das categorias. As comparações a efetuar, bem como o valor do quociente referido e o valor utilizado na análise AHP encontram-se apresentados na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 – Comparações a efetuar, valor do quociente entre categorias e valor utilizado na análise AHP

Comparações a efetuar	Valor do quociente	Valor utilizado na análise AHP
C1/C2	1,05	1,05
C1/C3	0,57	0,60
C1/C4	1,00	1,00
C1/C5	0,49	0,50
C2/C3	0,54	0,55
C2/C4	0,95	0,95
C2/C5	0,47	0,50
C3/C4	1,76	1,75
C3/C5	0,86	0,85
C4/C5	0,49	0,50

Efetuada as comparações pode-se definir a matriz de cálculo que se apresenta na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 – Matriz de cálculo

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	1,05	0,60	1,00	0,50
C2	0,95	1	0,55	0,95	0,50
C3	1,67	1,82	1	1,75	0,85
C4	1,00	1,05	0,57	1	0,50
C5	2,00	2,00	1,18	2,00	1
	$1 + 0,95 + 1,67 + 1,00 + 2,00 = \mathbf{6,62}$	$1,05 + 1 + 1,82 + 1,05 + 2,00 = \mathbf{6,92}$	$0,60 + 0,55 + 1 + 0,57 + 1,18 = \mathbf{3,90}$	$1,00 + 0,95 + 1,75 + 1 + 2,00 = \mathbf{6,70}$	$0,50 + 0,50 + 0,85 + 0,50 + 1 = \mathbf{3,35}$

De seguida efetua-se o quociente entre o valor de cada célula da matriz e a soma dos valores das células de cada coluna marcado a negrito na Tabela 5.10. Esta operação conduz à Tabela 5.11, onde este processo se mostra na primeira célula.

Tabela 5.11 – Processo de cálculo AHP

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	$1 / 6,62 = 0,151$	0,152	0,154	0,149	0,149
C2	0,144	0,144	0,141	0,142	0,149
C3	0,252	0,263	0,257	0,261	0,254
C4	0,151	0,152	0,147	0,149	0,149
C5	0,302	0,289	0,302	0,299	0,299

O próximo passo consiste na determinação de Vetor de Eigen que, caso se verifique a consistência da análise, permite definir os pesos a atribuir a cada uma das categorias em estudo. O Vetor de Eigen para este caso encontra-se na Tabela 5.12.

Tabela 5.12 – Vetor de Eigen

	Vetor de Eigen	%
C1	$(0,151 + 0,152 + 0,154 + 0,149 + 0,149)/5 = 0,15$	15
C2	0,14	14
C3	0,26	26
C4	0,15	15
C5	0,30	30
		100

Por fim, para que a análise AHP possa ser válida é necessário verificar a sua consistência. Para efetuar essa verificação tem-se que calcular o Valor principal de Eigen ($\lambda_{\text{máx}}$), que é dado pelo produto entre o Vetor de Eigen (Tabela 5.12) e a soma do valor das células presentes em cada coluna (Tabela 5.10), sendo apresentado na Tabela 5.13.

Tabela 5.13 - Valor principal de Eigen ($\lambda_{\text{máx}}$)

	C1	C2	C3	C4	C5
Vetor de Eigen	0,15	0,14	0,26	0,15	0,30
Total	6,62	6,92	3,90	6,70	3,35
$\lambda_{\text{máx}}$	$(0,15 \times 6,62) + (0,14 \times 6,92) + (0,26 \times 3,90) + (0,15 \times 6,70) + (0,30 \times 3,35) = 5,001$				

Depois de obtido o λ_{\max} , pode-se obter o Índice de Consistência (CI), dado pela Equação 5.2 e calculado na Equação 5.3.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad [5.2]$$

Com n, números de critérios avaliados e λ_{\max} , Valor principal de Eigen.

$$CI = \frac{5,001 - 5}{5 - 1} = 0,0002 \quad [5.3]$$

Como última verificação calcula-se a Taxa de Consistência (CR), que é dada pelo quociente entre o valor do Índice de Consistência e o Índice de Consistência Aleatória (RI), apresentada na Equação 5.4. Os valores de RI em função do número de critérios avaliados (n) são dados na Tabela 5.14.

Tabela 5.14 - Índice de Consistência Aleatória (Saaty, 1990)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \quad [5.4]$$

Neste caso, como são comparadas 5 categorias, tem-se que n=5, que conduz a um valor de RI igual a 1,12.

Deste modo o valor de CR é obtido pela Equação 5.5.

$$CR = \frac{0,0002}{1,12} = 0,0001 < 0,1 \quad OK! \quad [5.5]$$

Como o valor de CR é menor que 0,1 considera-se que os dados são consistentes, pelo que a proposta de pesos para as categorias pertencentes à Dimensão Ambiental segue-se na Tabela 5.15.

Tabela 5.15 – Proposta de pesos (%) para as categorias pertencentes à Dimensão Ambiental

Dimensão Ambiental	Peso (%)
C1 - Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	15
C2 - Uso do solo e biodiversidade	14
C3 - Energia	26
C4 - Materiais e resíduos sólidos	15
C5 – Água	30
	100

5.3.2. Categorias incluídas na Dimensão Social

Efetuada a análise às categorias incluídas na Dimensão Ambiental, efetua-se de seguida a análise para as categorias que compõem a Dimensão Social. Estas encontram-se na Tabela 5.16.

Tabela 5.16 – Categorias incluídas na Dimensão Social

Dimensão Social
C6 – Conforto e Saúde dos utilizadores
C7 – Acessibilidade
C8 – Sensibilização e educação para a sustentabilidade

Os dados para análise seguem a mesma orientação utilizada na análise anterior, tendo por base as respostas obtidas para o nível 5 (muito importante), estando apresentados na Tabela 5.17.

Tabela 5.17 – Dados para análise

Categoria	Respostas
C6	39
C7	17
C8	24

As comparações a pares, o valor do quociente entre as categorias comparadas e o valor utilizado na análise AHP apresentam-se na Tabela 5.18.

Tabela 5.18 – Comparações a pares, quociente entre categoria e valor utilizado na análise AHP

Comparações a efetuar	Valor do quociente	Valor utilizado na análise AHP
C6/C7	2,29	2,30
C6/C8	1,63	1,65
C7/C8	0,71	0,75

Com estes dados procedeu-se à aplicação do método AHP. Esta procedeu-se nos moldes exatamente iguais à Dimensão anterior. Como resultado pode-se apresentar uma proposta de pesos para as categorias presentes na Dimensão Social, contida na Tabela 5.19.

Tabela 5.19 – Proposta de pesos (%) para as categorias pertencentes à Dimensão Social

Dimensão Social	Peso (%)
C6 – Conforto e Saúde dos utilizadores	49
C7 - Acessibilidade	22
C8 – Sensibilização e educação para a sustentabilidade	29
	100

5.3.3. Categorias incluídas na Dimensão Económica

Em termos da Dimensão Económica, visto apenas existir uma categoria desta pertencente (Categoria 9 relativa a custos de ciclo de vida) não é necessário efetuar a análise pois esta receberá 100% do peso para essa Dimensão.

5.4. Obtenção do peso para os parâmetros

No seguimento deste estudo foi necessário depois definir os pesos dos parâmetros incluídos nas diversas categorias existentes na metodologia de avaliação e certificação da sustentabilidade SBTool^{PT}. As categorias que apenas contém um parâmetro, casos da Categoria 1 (Alterações climáticas e qualidade do ar) e da Categoria 8 (Sensibilização e educação para a sustentabilidade) não são sujeitas a análise, recebendo o parâmetro contido nas mesmas 100% do peso dessa categoria. Para as restantes categorias segue-se de seguida a análise com vista à elaboração de uma proposta de pesos para os parâmetros nestas contidos.

5.4.1. Parâmetros incluídos em C1 – Alterações climáticas e qualidade do ar exterior

Como referido em 5.4, a Categoria 1 (Alterações climáticas e qualidade do ar exterior), ao conter apenas um parâmetro (P1) não está sujeita a análise, pois o mesmo recebe 100% do peso disponível para essa categoria.

5.4.2. Parâmetros incluídos em C2 – Uso do solo e biodiversidade

A Categoria 2 – Uso do Solo e biodiversidade é composta pelos parâmetros que se encontram na Tabela 5.20.

Tabela 5.20 – Parâmetros incluídos na Categoria 2 – Uso do solo e biodiversidade

C2 – Uso do solo e biodiversidade
P2 - Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível
P3 - Índice de impermeabilização
P4 - Percentagem de área de intervenção previamente contaminada ou edificada
P5 - Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones
P6 - Percentagem da área em planta com reflectância superior a 60%

Do inquérito *on-line* desenvolvido retiram-se os resultados afectos à questão relativa à categoria em estudo, apresentando-se os mesmos na Tabela 5.21.

Tabela 5.21 – Resultados obtidos para a questão relativa a C2 – Uso do solo e biodiversidade

	1 - Não Importante	2 - Pouco Importante	3 - Importância média	4 -Importante	5 - Muito Importante
P2	0	0	7	23	30
P3	0	1	11	25	23
P4	0	1	10	27	22
P5	0	4	23	18	15
P6	0	2	9	26	23

Utilizando a mesma metodologia seguida para a determinação dos pesos das categorias, para obter os pesos dos parâmetros apenas se utilizam os dados referentes às respostas de nível 5, (muito importante). Os dados que são utilizados para a análise AHP podem ser consultados na Tabela 5.22.

Tabela 5.22 – Dados utilizados para a análise

Parâmetro	Respostas
P2	30
P3	23
P4	22
P5	15
P6	23

A análise AHP implica a definição de comparações a pares entre os elementos avaliados, neste caso os parâmetros, e a comparação é feita através do quociente entre as respostas obtidas por cada um dos parâmetros. As comparações a efetuar, bem como os valores destas apresentam-se na Tabela 5.23.

Tabela 5.23 – Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP

Comparações a efetuar	Valor do quociente	Valor utilizado na análise AHP
P2/P3	1,30	1,30
P2/P4	1,36	1,35
P2/P5	2,00	2,00
P2/P6	1,30	1,30
P3/P4	1,05	1,05
P3/P5	1,53	1,55
P3/P6	1,00	1,00
P4/P5	1,47	1,50
P4/P6	0,96	1,00
P5/P6	0,65	0,65

Desenvolvida a análise AHP, chega-se a uma proposta de pesos para os parâmetros contidos em C2, apresentada na Tabela 5.24.

Tabela 5.24 – Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C2 – Uso do solo e biodiversidade

C2 – Uso do solo e biodiversidade		Peso (%)
P2 - Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível		27
P3 - Índice de impermeabilização		20
P4 - Percentagem de área de intervenção previamente contaminada ou edificada		20
P5 - Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones		13
P6 - Percentagem da área em planta com reflectância superior a 60%		20
		100

5.4.3. Parâmetros incluídos em C3 – Energia

A próxima categoria analisada é a Categoria 3 – Energia, estando os seus parâmetros apresentados na Tabela 5.25.

Tabela 5.25 - Parâmetros incluídos na categoria C3 – Energia

C3 – Energia
P7 - Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização
P8 - Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis

Os resultados da questão relativa a esta categoria apresentam-se na Tabela 5.26.

Tabela 5.26 - Resultados obtidos para a questão relativa a C3 – Energia

	1 - Não Importante	2 - Pouco Importante	3 - Importância média	4 - Importante	5 - Muito Importante
P7	0	1	7	19	33
P8	0	0	6	16	38

De igual modo ao efetuado ao longo do desenvolvimento deste sistema de pesos apenas se considera para análise os respostas obtidas na coluna muito importante, como pode ser verificado na Tabela 5.27.

Tabela 5.27 – Dados utilizados para a análise

Parâmetro	Respostas
P7	33
P8	38

Como esta categoria contém somente 2 parâmetros, apenas é necessário efetuar uma comparação, que toma o valor do quociente entre as respostas obtidas em cada um dos 2 parâmetros constantes desta categoria.

Tabela 5.28 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP

Comparações a efetuar	Valor do quociente	Valor utilizado na análise AHP
P7/P8	0,87	0,85

Neste momento pode-se efetuar a proposta de pesos para os parâmetros incluídos em C3, estando a mesma apresentada na Tabela 5.29.

Tabela 5.29 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C3 – Energia

C3 – Energia	Peso (%)
P7 - Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização	46
P8 - Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis	54
	100

5.4.4. Parâmetros incluídos em C4 – Materiais e resíduos sólidos

A Categoria 4 – Materiais e resíduos sólidos é composta pelos parâmetros apresentados na Tabela 5.30.

Tabela 5.30 - Parâmetros incluídos na categoria C4 – Materiais e resíduos sólidos

C4 – Materiais e resíduos sólidos
P9 - Percentagem em custo de materiais reutilizados
P10 - Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício
P11 - Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados
P12 - Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão
P13 - Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos

Do inquérito desenvolvido retiram-se as respostas obtidas na questão relativa a esta categoria, apresentando-se as mesmas na Tabela 5.31.

Tabela 5.31 - Resultados obtidos para a questão relativa a C4 – Materiais e resíduos sólidos

	1 - Não Importante	2 - Pouco Importante	3 - Importância média	4 -Importante	5 - Muito Importante
P9	0	3	7	22	28
P10	0	0	10	28	22
P11	0	1	9	33	17
P12	0	2	19	24	15
P13	0	1	9	23	27

Os dados analisados encontram-se na Tabela 5.32.

Tabela 5.32 – Dados utilizados para a análise

Parâmetro	Respostas
P9	28
P10	22
P11	17
P12	15
P13	27

As comparações a pares entre os parâmetros, que são dadas pelos valores dos quocientes entre as respostas para os parâmetros comparados são mostradas na Tabela 5.33.

Tabela 5.33 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP

Comparações a efetuar	Valor do quociente	Valor utilizado na análise AHP
P9/P10	1,27	1,30
P9/P11	1,65	1,65
P9/P12	1,87	1,90
P9/P13	1,04	1,05
P10/P11	1,29	1,30
P10/P12	1,47	1,50
P10/P13	0,81	0,80
P11/P12	1,13	1,15
P11/P13	0,63	0,65
P12/P13	0,56	0,55

Após efetuada a análise AHP, pode-se apresentar uma proposta de pesos para C4- Materiais e resíduos sólidos, estando a mesma na Tabela 5.34.

Tabela 5.34 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C4 – Materiais e resíduos sólidos

C4 – Materiais e resíduos sólidos	Pesos (%)
P9 - Percentagem em custo de materiais reutilizados	26
P10 - Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício	20
P11 - Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados	16
P12 - Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão	13
P13 - Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos	25
	100

5.4.5. Parâmetros incluídos em C5 – Água

No seguimento deste estudo a próxima categoria estudada é a Categoria 5 relativa à Água, para a qual os parâmetros que a constituem mostram-se na Tabela 5.35.

Tabela 5.35 - Parâmetros incluídos na categoria C5 – Água

C5 – Água
P14 - Volume anual de água consumido <i>per capita</i> no interior do edifício
P15 - Percentagem de redução de água potável

Os resultados obtidos nesta questão encontram-se apresentados na Tabela 5.36.

Tabela 5.36 - Resultados obtidos para a questão relativa a C5 – Água

	1 - Não Importante	2 - Pouco Importante	3 - Importância média	4 - Importante	5 - Muito Importante
P14	0	1	3	21	35
P15	0	0	3	19	38

Os dados utilizados para análise seguem na Tabela 5.37.

Tabela 5.37 – Dados utilizados para a análise

Parâmetro	Respostas
P14	35
P15	38

Apenas é necessário efetuar uma comparação, visto que, apenas estão contemplados 2 parâmetros nesta categoria, e esta segue na Tabela 5.38.

Tabela 5.38 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP

Comparações a efetuar	Valor do quociente	Valor utilizado na análise AHP
P14/P15	0,92	0,90

A proposta de pesos para C5 – Água é exibida na Tabela 5.39.

Tabela 5.39 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C5 – Água

C5 – Água	Pesos (%)
P14 - Volume anual de água consumido <i>per capita</i> no interior do edifício	47
P15 - Percentagem de redução de água potável	53
	100

5.4.6. Parâmetros incluídos em C6 – Conforto e saúde dos utilizadores

A categoria C6 – Conforto e saúde dos utilizadores é composta pelos parâmetros apresentados na Tabela 5.40.

Tabela 5.40 - Parâmetros incluídos na categoria C6 – Conforto e saúde dos utilizadores

C6 – Conforto e saúde dos utilizadores
P16 - Potencial de ventilação natural
P17 - Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV
P18 - Nível de conforto térmico médio anual
P19 - Média do fator luz do dia médio
P20 - Nível médio de isolamento acústico

Para a questão referente a esta categoria, as respostas obtidas apresentam-se na Tabela 5.41.

Tabela 5.41 - Resultados obtidos para a questão relativa a C6 – Conforto e saúde dos utilizadores

	1 - Não Importante	2 - Pouco Importante	3 - Importância média	4 - Importante	5 - Muito Importante
P16	1	0	3	22	34
P17	0	1	14	29	16
P18	0	0	1	14	45
P19	0	0	1	17	42
P20	0	0	6	27	27

Para análise foram utilizados os dados constantes da Tabela 5.42.

Tabela 5.42 – Dados utilizados para a análise

Parâmetro	Respostas
P16	34
P17	16
P18	45
P19	42
P20	27

Para esta análise são necessárias 10 comparações que relacionem todos os parâmetros. Essas comparações apresentam-se na Tabela 5.43.

Tabela 5.43 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP

Comparações a efetuar	Valor do quociente	Valor utilizado na análise AHP
P16/P17	2,13	2,15
P16/P18	0,76	0,75
P16/P19	0,81	0,80
P16/P20	1,26	1,25
P17/P18	0,36	0,35
P17/P19	0,38	0,40
P17/P20	0,59	0,60
P18/P19	1,07	1,10
P18/P20	1,67	1,65
P19/P20	1,56	1,55

Tal como pretendido é apresentado na Tabela 5.44 uma proposta de pesos para os parâmetros P16 a P20 pertencentes a C6 – Conforto e saúde dos utilizadores.

Tabela 5.44 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C6 – Conforto e saúde dos utilizadores

C6 – Conforto e saúde dos utilizadores	Pesos (%)
P16 - Potencial de ventilação natural	20
P17 - Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV	10
P18 - Nível de conforto térmico médio anual	28
P19 - Média do fator luz do dia médio	25
P20 - Nível médio de isolamento acústico	17
	100

5.4.7. Parâmetros incluídos em C7 – Acessibilidade

A categoria que se segue é C7 – Acessibilidade, que contempla os parâmetros constantes da Tabela 5.45.

Tabela 5.45 - Parâmetros incluídos na categoria C7 – Acessibilidade

C7 – Acessibilidade
P21 - Índice de acessibilidade a transportes públicos
P22 - Índice de acessibilidade a amenidades

Do inquérito desenvolvido retiram-se os resultados ao nível da questão relativa a esta categoria (C7), cujos resultados se encontram apresentados na Tabela 5.46.

Tabela 5.46 - Resultados obtidos para a questão relativa a C7 – Acessibilidade

	1 - Não Importante	2 - Pouco Importante	3 - Importância média	4 - Importante	5 - Muito Importante
P21	2	0	6	32	20
P22	2	1	11	29	17

Para a análise AHP, utilizam-se os dados da Tabela 5.47.

Tabela 5.47 – Dados utilizados para a análise

Parâmetro	Respostas
P21	20
P22	17

Apenas é necessário a realização de uma comparação, e o valor da mesma apresenta-se na Tabela 5.48.

Tabela 5.48 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP

Comparações a efetuar	Valor do quociente	Valor utilizado na análise AHP
P21/P22	1,18	1,20

A proposta de pesos elaborada para C7 – Acessibilidade apresenta-se na Tabela 5.49.

Tabela 5.49 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C7 – Acessibilidade

C7 – Acessibilidade	Pesos (%)
P21 - Índice de acessibilidade a transportes públicos	55
P22 - Índice de acessibilidade a amenidades	45
	100

5.4.8. Parâmetros incluídos em C8 – Sensibilização e educação para a sustentabilidade

Como referido em 4.3 para Categoria 8 não é necessário efetuar o estudo, pois como contém um único parâmetro, este recebe 100% do peso dessa categoria.

5.4.9. Parâmetros incluídos em C9 – Custos de ciclo de vida

Como última das categorias analisadas, encontra-se C9 – Custos de ciclo de vida, que inclui os parâmetros que se encontram apresentados na Tabela 5.50.

Tabela 5.50 - Parâmetros incluídos na categoria C9 – Custos de ciclo de vida

C9 – Custos de ciclo de vida
P24 - Custo de investimento inicial
P25 - Custos de utilização

Do inquérito promovido retiram-se as respostas à questão relativa a C9, que se apresentam na Tabela 5.51.

Tabela 5.51 - Resultados obtidos para a questão relativa a C9 – Custos de ciclo de vida

	1 - Não Importante	2 - Pouco Importante	3 - Importância média	4 - Importante	5 - Muito Importante
P24	1	0	7	32	20
P25	1	0	3	15	41

Para a análise utilizam-se os dados constantes da Tabela 5.52.

Tabela 5.52 – Dados utilizados para a análise

Parâmetro	Respostas
P24	20
P25	41

Em termos das comparações é necessário efetuar apenas uma, que se encontra apresentada na Tabela 5.53.

Tabela 5.53 - Comparações a pares, valor do quociente entre parâmetros e valor utilizado na análise AHP

Comparações a efetuar	Valor do quociente	Valor utilizado na análise AHP
P24/P25	0,49	0,50

Por fim é possível apresentar a proposta de pesos relativa aos parâmetros incluídos em C9 – Custos de ciclo de vida, sendo apresentada na Tabela 5.54.

Tabela 5.54 - Proposta de pesos (%) para os parâmetros incluídos em C9 – Custos de ciclo de vida

C9 – Custos de ciclo de vida	Pesos (%)
P24 - Custo de investimento inicial	33
P25 - Custos de utilização	67
	100

5.5. Sistema de pesos da metodologia SBTool^{PT}

A definição dos pesos para as 3 dimensões, as 9 categorias e os 25 parâmetros encontra-se realizada. No cálculo efetuado os pesos dos parâmetros foram definidos mediante a categoria da qual faziam parte, no entanto, com o peso das dimensões, das categorias dentro de cada dimensão e dos parâmetros dentro de cada uma das categorias, é possível a avaliação, numa escala de 0 a 100%, do peso de cada parâmetro na avaliação do nível de sustentabilidade do edifício analisado. Esse valor resulta do produto entre o peso da dimensão onde está inserido, o peso da categoria à qual pertence e o peso do referido parâmetro dentro da categoria que o engloba.

O resultado do estudo desenvolvido ao longo do capítulo 5 desta dissertação, que é a definição de um sistema de pesos para as dimensões, categorias e parâmetros constantes do sistema SBTool^{PT}, apresenta-se na Tabela 5.55.

Tabela 5.55 – Peso de cada dimensão, categoria e parâmetro existente na metodologia SBTtool^{PT}

Dimensão	Peso Dimensão (%)	Categoria	Peso Categoria (%)	Parâmetro	Peso Parâmetro (%)	Peso Global (%)
Ambiental	36	C1	15	P1	100	5,40
		C2	14	P2	27	1,36
				P3	20	1,01
				P4	20	1,01
				P5	13	0,66
				P6	20	1,01
		C3	26	P7	46	4,31
				P8	54	5,05
		C4	15	P9	26	1,40
				P10	20	1,08
				P11	16	0,86
				P12	13	0,70
				P13	25	1,35
		C5	30	P14	47	5,08
				P15	53	5,72
Social	31	C6	49	P16	20	3,04
				P17	10	1,52
				P18	28	4,25
				P19	25	3,80
				P20	17	2,58
		C7	22	P21	55	3,75
				P22	45	3,07
		C8	29	P23	100	8,99
Económica	33	C9	100	P24	33	10,89
				P25	67	22,11
						100



6. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

6.1. Conclusões

Neste capítulo da dissertação vão se apresentar as conclusões obtidas ao longo do processo de desenvolvimento deste trabalho. Algumas destas já foram sendo colocadas ao longo do texto, no entanto, tanto essas como outras ainda não referidas serão apresentadas de seguida.

O trabalho desenvolvido ao longo desta dissertação visou a análise de 2 vertentes distintas. Uma consiste na temática das amenidades, através do desenvolvimento do método de avaliação do indicador amenidades do sistema SBTool^{PT} (Capítulo 4) e uma outra relativa ao desenvolvimento de uma proposta para sistema de pesos da metodologia SBTool^{PT}, que se encontra apresentada no Capítulo 5. Para ambos os casos, a análise só foi possível devido à participação dos inquiridos, pelo que o autor lhes agradece a sua contribuição.

Na vivência diária dos utilizadores dos edifícios, o recurso a amenidades, como forma de satisfazer necessidades do dia-a-dia, é um facto indesmentível, sejam estas, por exemplo, necessidades alimentares (mercearia; padaria; talho; restaurante), de lazer (espaços exteriores públicos; centros desportivos; centros recreativos, tais como cinemas e teatros; etc.), educativas (jardim infantil; escola primária; escola secundária), entre outras. Por isso a localização das mesmas nas redondezas do edifício em estudo deve ser valorizada, para que o acesso às mesmas se faça utilizando meios de transporte que conduzam a menores emissões de gases de efeito de estufa, em relação à utilização de automóvel próprio. No entanto, não pode ser descurado o facto de, mediante o tipo de zona onde o edifício se localiza, surgirem realidades diferenciadas no que se refere às amenidades, pois nos centros de cidade existe uma mais vasta oferta no que toca a amenidades, comparativamente a uma zona mais rural. Esta constatação foi tida em consideração no decorrer deste trabalho.

No capítulo 4 desta dissertação relativo ao desenvolvimento do método de avaliação do indicador amenidades do sistema SBTool^{PT}, apesar de cada um dos 3 subcapítulos que este contém (divisão em classes, definição de créditos a atribuir a cada amenidades em função da

distância e definição para os 4 tipos de zona dos *benchmarks*) serem alvo de uma análise individualizada, os resultados obtidos nos 3 subcapítulos encontram-se interligados. A divisão em classes das amenidades é necessária para que se definam os créditos a atribuir a cada uma das amenidades, em função da distância. Essa escala de créditos é imprescindível para obter a pontuação dos edifícios estudados com vista à definição dos *benchmarks*.

O inquérito relativo à importância das amenidades locais possibilitou que, mediante as respostas obtidas, fossem definidas 3 classes de amenidades. Este inquérito incluía uma questão relativa à NUTS, de nível III, a que a habitação dos inquiridos pertencia. Caso o número de respostas, para cada uma das 30 unidades, fosse próximo do ideal, poderia ser desenvolvida uma nova análise. Essa análise permitiria a elaboração da divisão em 3 classes de amenidades, para cada uma das unidades, ao invés do realizado neste trabalho, no qual se juntaram as respostas independentemente da unidade a que pertenciam, efetuando uma análise global.

Para a escala de créditos definida no subcapítulo 4.2, as amenidades consideradas mais importantes para os inquiridos no subcapítulo anterior (Separação das amenidades estudadas em 3 classes distintas), pertencentes à Classe 1, receberam um número de créditos superiores, de maneira a que se valorizasse a existência destas na proximidade do edifício.

Relativamente ao subcapítulo relativo aos *benchmarks*, o estudo desenvolvido para as 40 habitações, 10 para cada um dos tipos de zona, permite verificar a variação em termos de pontuações obtidas, mediante o tipo de zona analisado. Deste modo pode-se concluir que a maior diferença de resultados ocorre quando se passa de Zona 3 (pequena cidade, vila ou subúrbio de cidade de média ou grande dimensão) para a Zona 4 (zona rural). Um outro aspeto que se pode referir é que os resultados para a Zona 2 (outras áreas de capital de distrito ou zona central de cidade de média ou grande dimensão) e a Zona 3 em termos de *benchmarks* se assemelham.

No capítulo 5 foi abordado o desenvolvimento de uma proposta para sistema de pesos da metodologia SBTool^{PT}. Esse estudo baseou-se nas respostas a um inquérito *on-line*, no qual os diferentes grupos de intervenientes no ciclo de vida dos edifícios atribuíam a importância

em termos relativos que, em sua opinião, cada Dimensão, Categoria e Parâmetro, da SBTool^{PT} deveriam receber.

A falta de disponibilidade para responder ao inquérito por parte dos intervenientes do sector da construção, conduziu a que o número de respostas não fosse o ideal, pelo que a análise dos dados foi efetuada juntando todas as respostas. Caso o número de respostas por parte de cada um dos grupos fosse mais significativa poderia ter sido elaborada uma análise individualizada, grupo a grupo de intervenientes, no qual seria possível discernir a forma como cada um dos grupos valoriza a importância relativa, para a determinação do nível do nível de sustentabilidade de um edifício, das dimensões, categorias e parâmetros, presentes no sistema SBTool^{PT}.

6.2. Perspetivas futuras

Em termos da temática referente às amenidades, poderá no futuro efetuar-se uma nova análise, que recorrendo à continuação da recolha de respostas, poderá possibilitar que além da definição dos *benchmarks* mediante o tipo de zona onde o edifício está implementado, se possa também desenvolver diferentes *benchmarks* para cada uma das 30 NUTS (Unidades Territoriais Estatísticas de Portugal) de nível III, o que permitirá que as diferentes realidades regionais que se verificam em Portugal sejam consideradas.

No trabalho relativo ao sistema de pesos, uma maior participação por parte dos grupos de intervenientes no ciclo de vida dos edifícios, pode criar condições para o desenvolvimento de um estudo mais abrangente, no qual se possa efetuar uma comparação entre a forma como os distintos grupos valorizam determinadas dimensões, categorias ou parâmetros.

Em termos de perspetiva de divulgação dos resultados obtidos neste trabalho pretende-se que o mesmo possa servir de base à publicação de um artigo para um congresso ou revista científica. No entanto será necessário uma maior consolidação dos dados com a continuação da recolha de respostas aos inquéritos, para que o estudo seja o mais representativo possível e se aproxime da realidade atual da construção, nomeadamente do setor dos edifícios.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ali, H. & Al Nsairat, S. (2009). *Developing a green building assessment tool for developing countries – Case of Jordan*, Building and Environment, Vol. 44, Issue 5, May 2009, Pages 1053–1064.

BRE, (2007). *Methodology for Environmental profiles of Construction Products. Product Category Rules for Type III environmental product declaration of construction products*, disponível online em: [http://www.bre.co.uk/filelibrary/greenguide/PDF/Enviromental_Profiles_Methodology_2007_Draft.pdf] e consultado a 27/12/2011.

BREEAM, (2011). *BREEAM New Construction, Non-Domestic Buildings. Technical Manual SD5073 2.0 2011*, disponível online em: [http://www.breeam.org/filelibrary/Technical%20Manuals/SD5073_BREEAM_2011_New_Construction_Technical_Guide_ISSUE_2_0.pdf] e consultado a 11/12/2011.

Eicker U. (2009). *Low Energy Cooling for Sustainable Buildings*, John Wiley & Sons, Ltd., Pages 264.

Glaumann, M., (2011). *Weighting and aggregation*. Workshop on SB Assessment Methods and Tools, 2011-10-17. Disponível online em: [http://www.iisbe.org/system/files/private/Mauritz%20Glaumann_Weighting%20and%20aggregation.pdf] e consultado a 28/12/2011.

IBEC, (2006). *An Overview on CASBEE, Project Organization*. Disponível online em: [<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm>] e consultado a 23/12/2011.

IBEC, (2010). *CASBEE for New Construction, Technical Manual*. Disponível online em: [<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download.htm>] e consultado a 23/12/2011.

IBEC, (2011). CASBEE brochure. Disponível online em: [<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download.htm>] e consultado a 30/8/2012.

iiSBE Portugal, (2009). Guia de Avaliação SBTool^{PT} – H V2009/2.

iiSBE, (2007). *An Overview of SBTool September 2007 Release*, 07 September 2007. Disponível online em: [http://www.iisbe.org/system/files/SBTool_notes_Sep07.pdf] e consultado a 28/12/2011.

iiSBE, (2008). iiSBE TC Meeting Paris, 13 & 14 March, 2008.

iiSBE, (2011). *SB Method and SBTool for 2011 – overview*. October 2011. Disponível online em: [<http://www.iisbe.org/sbmethod-2010>] e consultado a 28/12/2011.

Kometa, S. and Olomolaiye, P. (1997). *Evaluation of factors influencing construction clients' decision to build*. Journal of Management in Engineering, Vol. 13 No. 2, March – April, Pages 77-86.

Malmqvist, T.; Glaumann M.; Svenfelt, Å.; Carlson, P.; Erlandsson, M.; Andersson, J.; Wintzell, H.; Finnveden, G.; Lindholm, T. & Malmström, T. (2011). *A Swedish environmental rating tool for buildings*, Energy, Vol. 36, Issue 4, April 2011, Pages 1893-1899. 5th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water & Environment Systems.

Mateus, R. & Bragança, L. (2004). *Avaliação da Sustentabilidade da Construção: Desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas*. I Congresso sobre Construção Sustentável, Leça da Palmeira, Portugal.

Mateus, R. (2009). *Avaliação da Sustentabilidade da Construção: propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis*. Dissertação para a obtenção de Doutoramento em Engenharia Civil pela Universidade do Minho.

Mateus, R.; Bragança, L.; Blok, R.; Glaumann, M; Wetsel, C.; Bikas, D.; Giarma, C.; Kahraman, I. & Aktuglu, Y. (2011). *Integrated Approach Towards Sustainable Constructions - Chapter 3 – Use of rating systems in the process towards sustainable construction*. Summary Report of the Cooperative Activities - COST Action C25 - Sustainability of Constructions, University of Malta, La Valetta, Pages 51-98.

NIST, (2007). *BEES 4.0 Building for Environmental and Economic Sustainability*

Othman, A.; Hassan, T. & Pasquire, C. (2005). *Analysis of factors that drive brief development in construction*. Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 12, Issue 1, Pages 69-87.

Papadopoulos, A. & Giama, E. (2007). *Rating systems for counting buildings' environmental performance*. 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century, September 2007, Crete island, Greece.

Poveda, C. & Lipsett, M. (2011). *A Review of Sustainability Assessment and Sustainability/Environmental Rating Systems and Credit Weighting Tools*. Journal of Sustainable Development, Vol. 4, No. 6, December 2011, Pages 36-55.

Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw Hill. International.

Saaty, T. (1990). *How to make a decision: the analytic hierarchy process*. European Journal of Operational Research 48, Pages 9-26.

Saaty, T. (2008a). *Decision making with the analytic hierarchy process*. Int. J. Services, Vol. 1, No. 1, 2008, Pages 83-98.

Saaty, T. (2008b). *Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy/Network Process*. Madrid: Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics Vol. 102 (2), 2008, Pages 251–318.



NIST, (2007). *BEES 4.0 Building for Environmental and Economic Sustainability - Technical Manual and User Guide*, disponível online em: [<http://nepis.epa.gov>] e consultado a 22/12/2011.

USGBC, (2009). *LEED 2009 for new construction and major renovations*. Revisto em Novembro 2011 disponível online em: [<http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=8868>] e consultado a 11/12/2011.

Vargas, R. (2010). *Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Select and Prioritize Projects in a Portfolio*. PMI Global Congress 2010 – North America, Washington – DC - USA – 2010.

ANEXOS



Anexo I – Inquérito “Importância das amenidades locais”



Universidade do Minho

Escola de Engenharia



Associação iiSBE

Portugal

INQUÉRITO SOBRE:

Importância das amenidades locais

Este trabalho enquadra-se num projeto de investigação que se encontra a ser desenvolvido pela Comissão Técnica para edifícios de habitação da Associação iiSBE Portugal em colaboração com a Universidade do Minho. Os resultados deste trabalho serão também utilizados no âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.

Este inquérito tem como objetivo avaliar a opinião dos ocupantes dos edifícios habitacionais relativamente ao conforto em termos de proximidade das suas habitações a um certo conjunto de equipamentos e serviços locais (amenidades).

A sua participação é fundamental para o desenvolvimento e conclusão deste estudo, pelo que se solicita que responda o mais objetivamente possível às questões que lhe são apresentadas.

Os dados obtidos no questionário serão apenas utilizados para fins estatísticos.

Muito obrigado pela sua disponibilidade e colaboração!

1. Dados individuais

☐

Masculino

☐

Feminino



2. Faixa etária

☐ <18 anos

☐ 19 – 30

☐ 31 – 60

☐ >60

3. Localização da sua habitação

☐ Açores

☐ Alentejo Central

☐ Alentejo Litoral

☐ Algarve

☐ Alto Alentejo

☐ Alto Trás-os-Montes

☐ Ave

☐ Baixo Alentejo

☐ Baixo Mondego

☐ Baixo Vouga

☐ Beira Interior Norte

☐ Beira Interior Sul

☐ Cávado

☐ Cova da Beira

☐ Dão-Lafões

☐ Douro

- ☐ Entre Douro e Vouga
- ☐ Grande Lisboa
- ☐ Grande Porto
- ☐ Lezíria do Tejo
- ☐ Madeira
- ☐ Médio Tejo
- ☐ Minho-Lima
- ☐ Oeste
- ☐ Península de Setúbal
- ☐ Pinhal Interior Norte
- ☐ Pinhal Interior Sul
- ☐ Pinhal Litoral
- ☐ Serra da Estrela
- ☐ Tâmega

4. Tipo de zona

- ☐ Zona 1 – Área central de capital de distrito
- ☐ Zona 2 – Outras áreas de capital de distrito ou zona central de cidade de média ou grande dimensão
- ☐ Zona 3 – Pequena cidade, vila ou subúrbio de cidade de média ou grande dimensão
- ☐ Zona 4 – Zona rural

5. Qual a importância que dá à proximidade das seguintes amenidades à sua habitação?

Assinale com X uma resposta em cada linha

(1 – não importante; 2 – pouco importante; 3 – importância média; 4 – importante; 5 – muito importante)

Amenidade	1	2	3	4	5
Café / Snack-bar					
Espaços exteriores públicos					
Mercearia					
Talho					
Padaria					
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)					
Ecopontos					
Banco/caixa multibanco					
Jardim infantil					
Escola primária					
Escola secundária					
Estação de correios					
Marco de correios					
Farmácia					
Esquadra de polícia					
Bombeiros					
Centro comercial					
Centro desportivo/ginásio					
Centro médico/médico					
Centro recreativo					
Local de oração					
Restaurante					
Ciclovia					
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)					

6. Qual a importância que dá à existência das seguintes amenidades, localizadas a uma distância da sua habitação para a qual está disposto(a) a deslocar-se a pé.

Assinale com X uma resposta em cada linha

(1 – não importante; 2 – pouco importante; 3 – importância média; 4 – importante; 5 – muito importante)

Amenidade	1	2	3	4	5
Café / Snack-bar					
Espaços exteriores públicos					
Mercearia					
Talho					
Padaria					
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)					
Ecopontos					
Banco/caixa multibanco					
Jardim infantil					
Escola primária					
Escola secundária					
Estação de correios					
Marco de correios					
Farmácia					
Esquadra de polícia					
Bombeiros					
Centro comercial					
Centro desportivo/ginásio					
Centro médico/médico					
Centro recreativo					
Local de oração					
Restaurante					
Ciclovía					
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)					

7. Com que frequência acede às seguintes amenidades a partir da sua habitação?

Assinale com X uma resposta em cada linha

(1 – menos que uma vez por semana; 2 – uma vez por semana; 3 – várias vezes por semana; 4 – diariamente; 5 – mais que uma vez por dia)

Amenidade	1	2	3	4	5
Café / Snack-bar					
Espaços exteriores públicos					
Mercearia					
Talho					
Padaria					
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)					
Ecopontos					
Banco/caixa multibanco					
Jardim infantil					
Escola primária					
Escola secundária					
Estação de correios					
Marco de correios					
Farmácia					
Esquadra de polícia					
Bombeiros					
Centro comercial					
Centro desportivo/ginásio					
Centro médico/médico					
Centro recreativo					
Local de oração					
Restaurante					
Ciclovia					
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)					

Gratos pela sua colaboração!

Anexo II – Inquérito “Distâncias às amenidades locais”



Universidade do Minho

Escola de Engenharia



Associação iiSBE

Portugal

INQUÉRITO SOBRE:

Distâncias às amenidades locais

Este trabalho enquadra-se num projeto de investigação que se encontra a ser desenvolvido pela Comissão Técnica para edifícios de habitação da Associação iiSBE Portugal em colaboração com a Universidade do Minho. Os resultados deste trabalho serão também utilizados no âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.

Este inquérito tem como objetivo avaliar a opinião dos ocupantes dos edifícios habitacionais relativamente à distância das suas habitações a um certo conjunto de equipamentos e serviços locais (amenidades), com vista a aceder às amenidades indo a pé ou utilizando como meios de transportes a bicicleta ou os transportes públicos.

A sua participação é fundamental para o desenvolvimento e conclusão deste estudo, pelo que se solicita que responda o mais objetivamente possível às questões que lhe são apresentadas.

Os dados obtidos no questionário serão apenas utilizados para fins estatísticos.

Muito obrigado pela sua disponibilidade e colaboração!

1. Qual seria o intervalo máximo de distância entre a sua habitação e cada uma das amenidades (conjuntos de equipamentos e serviços locais), que valorizaria existir, com vista a aceder às mesmas indo a pé ou utilizando como meio de transporte a bicicleta ou os transportes públicos. (Distância em metros)



Amenidade	Até 300	300 - 500	500 - 1000	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 2500
Café / Snack-bar						
Espaços exteriores públicos						
Mercearia						
Talho						
Padaria						
Ponto de recolha de lixo (lixo indiferenciado)						
Ecopontos						
Banco/caixa multibanco						
Jardim infantil						
Escola primária						
Escola secundária						
Estação de correios						
Marco de correios						
Farmácia						
Esquadra de polícia						
Bombeiros						
Centro comercial						
Centro desportivo/ginásio						
Centro médico/médico						
Centro recreativo						
Local de oração						
Restaurante						
Ciclovia						
Zona serviços/industrial/comércio (empregador)						

Gratos pela sua colaboração!

Anexo III – Estudo das habitações para definição dos *benchmarks* do indicador amenidades

III.1. Lista das moradas dos edifícios estudados

- 1 – Rua da Tomada, Sequeira, Braga (Zona 4);
- 2 – Rua do Sardoal, Braga (Zona 1);
- 3 – Avenida General Norton de Matos, Braga (Zona 1);
- 4 – Rua da Universidade, Gualtar, Braga (Zona 2);
- 5 – Rua Filipa Borges, Barcelos (Zona 2);
- 6 – Rua Engenheiro Adelino Amaro da Costa, Amares (Zona 3);
- 7 – Largo da Botica, Caldas das Taipas (Zona 3);
- 8 – Avenida Dr. Domingos Braga da Cruz, Tadim, Braga (Zona 4);
- 9 – Rua do Outeiro, São Julião de Passos, Braga (Zona 4);
- 10 – Rua de Augusto Luso, Porto (Zona 1);
- 11 – Rua Professor Elísio Moura, Vila Verde (Zona 3);
- 12 – Rua Rainha Dona Maria II, Guimarães (Zona 2);
- 13 – Rua Artur Cupertino de Miranda, Vila Nova de Famalicão (Zona 2);
- 14 – Rua da Sofia, Coimbra (Zona 1);
- 15 – Rua Agostinho José Taveira, Ponte de Lima (Zona 3);
- 16 – Rua Dr. Alfredo Pinto, Vizela (Zona 3);
- 17 – Rua de Santo António, Fão (Zona 3);
- 18 – Rua Padre Moreira, Cabreiros, Braga (Zona 4);
- 19 – Rua dos Espessandes, Esporões, Braga (Zona 4);
- 20 – Rua da Quinta, Vilaça, Braga (Zona 4);
- 21 – Rua Comendador Sá Couto, Santa Maria da Feira (Zona 2);
- 22 – Rua Souto, Odivelas (Zona 2);
- 23 – Rua Arsenal, Lisboa (Zona 1);
- 24 – Rua do Príncipe Perfeito, Aveiro (Zona 1);
- 25 – Rua General Teófilo da Trindade, Faro (Zona 1);
- 26 – Rua do Pina, Castelo Branco (Zona 1);
- 27 – Rua de Serpa Pinto, Évora (Zona 1);



- 28 – Rua Gama Braga, Setúbal (Zona 1);
- 29 – Rua João de Deus, Funchal (Zona 2);
- 30 – Rua Doutor Bruno Tavares Carreiro, Ponta Delgada (Zona 2);
- 31 – Rua Portela, Mirandela (Zona 2);
- 32 – Avenida 5 de Outubro, Lamego (Zona 2);
- 33 – Rua D. Manuel I, Seia (Zona 3);
- 34 – Praça da República, Nisa (Zona 3);
- 35 – Rua da Amoreira, Aljustrel (Zona 3);
- 36 – Rua Mestre de Avis, Porto de Mós (Zona 3);
- 37 – Rua da Liberdade, São Domingos, Santiago do Cacém (Zona 4);
- 38 – Rua Formosa, Odeceixe, Aljezur (Zona 4);
- 39 – Rua Padre Eugénio Vicente, Vermiosa, Figueira de Castelo Rodrigo (Zona 4);
- 40 – Rua Avelar Machado, Alvega, Abrantes (Zona 4).

Anexo IV – Inquérito “Sistema de pesos para os indicadores de construção sustentável”



Universidade do Minho

Escola de Engenharia



Associação iiSBE

Portugal

INQUÉRITO SOBRE:

Sistema de pesos para os indicadores de construção sustentável

Por favor tenha em atenção que a resposta a este inquérito não demorará mais do que 5 minutos.

A indústria da construção, nomeadamente o sector dos edifícios apresenta uma elevada interligação com os objetivos e metas do Desenvolvimento Sustentável, visto ser um dos sectores que, à escala mundial, consome maiores quantidades de matérias-primas e de energia e produz grandes quantidades de resíduos. Por esse motivo, à escala global encontram-se em desenvolvimento diversos sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade de edifícios. Esses sistemas permitem traduzir o conceito de construção sustentável em objetivos atingíveis durante a fase de projeto que poderão suportar os Arquitetos e Engenheiros no sentido do desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis. Em Portugal, um dos sistemas desenvolvidos para a avaliação e reconhecimento da construção sustentável é o SBTool^{PT}.

Este inquérito tem como objetivo avaliar o modo como cada um dos principais intervenientes no ciclo de vida dos edifícios (Projetistas, Construtores, Utilizadores, Promotores Imobiliários e Consultores/Especialistas em Construção Sustentável) perceciona a importância relativa de cada um dos indicadores de sustentabilidade do sistema SBTool^{PT}. Como resultado, este estudo possibilitará o conhecimento da importância relativa de cada indicador de sustentabilidade para o contexto português, o que proporcionará às equipas de projeto uma importante ferramenta que permitirá o desenvolvimento de edifícios que satisfaçam as

expectativas dos seus intervenientes ao nível de cada uma das dimensões do Desenvolvimento Sustentável: Ambiente, Sociedade e Economia.

A sua participação é fundamental para o desenvolvimento e conclusão deste estudo, pelo que lhe pedíamos o favor que respondesse com o maior rigor possível às questões que lhe são apresentadas.

Os dados obtidos no questionário serão apenas utilizados para fins estatísticos.

Antecipadamente gratos pela sua disponibilidade e colaboração!

1. No ciclo de vida de um edifício participam diversos intervenientes, que influenciam o modo como o edifício é concebido, construído, utilizado, mantido e desmantelado e que poderão apresentar uma visão diferente do conceito “Construção Sustentável”. De modo a identificar as expectativas individuais de cada um dos intervenientes, pedíamos-lhe o favor que identificasse o grupo a que pertence. Se pertencer a mais do que um dos grupos de intervenientes listados, poderá responder várias vezes a este inquérito, uma para cada grupo de intervenientes a que pertence.

- ☐ Projetista
- ☐ Promotor Imobiliário
- ☐ Cliente / Utilizador
- ☐ Consultor / Especialista em Construção Sustentável
- ☐ Construtor

2. O Desenvolvimento Sustentável assenta na convivência harmoniosa entre três dimensões: Ambiental, Social e Económica. Nesta questão, pedíamos-lhe o favor que, de acordo com a sua opinião, definisse a importância relativa que cada dimensão da sustentabilidade deverá apresentar na quantificação do nível de sustentabilidade global de um edifício. Por defeito: Ambiental: 33,3% Social: 33,3% Económica 33,3%

Dimensão	Valores por defeito (%)	Opinião (%)
Ambiental	33,3	
Social	33,3	
Económica	33,3	
	100	100

3. O sistema de avaliação e reconhecimento da construção sustentável SBTool^{PT} agrupa os indicadores de sustentabilidade em 9 categorias. Nesta questão, pedíamos-lhe o favor que, de acordo com a sua opinião, definisse a importância relativa que cada categoria listada no quadro seguinte deverá apresentar na quantificação do nível de sustentabilidade global de um edifício.

Categoria	1	2	3	4	5
C1 - Alterações climáticas e qualidade do ar exterior					
C2 - Uso do solo e biodiversidade					
C3 - Energia					
C4 - Materiais e resíduos sólidos					
C5 – Água					
C6 - Conforto e saúde dos utilizadores					
C7 – Acessibilidade (a transportes públicos e a amenidades)					
C8 - Sensibilização e educação para a sustentabilidade					
C9 - Custos de ciclo de vida do edifício					

4. O uso do solo, assim como a preservação da biodiversidade existente são questões que deverão receber a merecida atenção durante o ciclo de vida de um edifício. Considerando que os 5 indicadores da categoria "C2 - Uso do Solo e Biodiversidade" são os que se encontram listados na tabela em baixo, pedíamos-lhe o favor que, de acordo com a sua opinião, definisse a importância relativa que cada indicador deverá apresentar na quantificação do nível de desempenho do edifício ao nível dessa categoria.

Parâmetro	1	2	3	4	5
P2 - Utilização eficiente do solo urbanizável					
P3 - Permeabilidade dos solos nas áreas urbanas					
P4 - Reutilização de áreas de solo contaminada ou previamente edificadas					
P5 - Utilização de plantas autóctones					
P6 - Diminuição do efeito ilha de calor (utilização de materiais de elevada reflectância e existência de zonas verdes)					

5. Sendo os edifícios responsáveis pelo consumo de uma parte significativa da energia primária consumida em Portugal, é necessário estudar e implementar medidas que contribuam para uma maior eficiência energética. Considerando que os 2 indicadores da categoria "C3 - Energia" são os que se encontram listados na tabela em baixo, pedíamos-lhe o favor que, de acordo com a sua opinião, definisse a importância relativa que cada indicador deverá apresentar na quantificação do nível de desempenho do edifício ao nível dessa categoria.

Parâmetro	1	2	3	4	5
P7 - Energia primária não renovável consumida no edifício, na fase de utilização (por exemplo no aquecimento e arrefecimento do edifício)					
P8 - Energia produzida no edifício, através de fontes renováveis					

6. O consumo de matérias-primas no setor da construção é muito elevado, pelo que surgem cada vez mais opções para a valorização de materiais previamente utilizados. A separação de resíduos sólidos permite aumentar o seu potencial de reutilização e reciclagem, reduzindo as quantidades produzidas de resíduos indiferenciados, bem como o consumo de matérias-primas virgens. Considerando que os 5 indicadores da categoria "C4 – Materiais e Resíduos Sólidos" são os que se encontram listados na tabela em baixo, pedíamos-lhe o favor que, de acordo

com a sua opinião, definisse a importância relativa que cada indicador deverá apresentar na quantificação do nível de desempenho do edifício ao nível dessa categoria.

Parâmetro	1	2	3	4	5
P9 - Utilização de materiais reutilizados					
P10 - Utilização de materiais reciclados					
P11 - Utilização de madeira certificada (por exemplo proveniente de florestas sustentáveis)					
P12 - Substituição do cimento utilizado no betão, por ligantes com menos impacto ambiental					
P13 - Separação de resíduos sólidos no edifício, através da existência de locais no edifício onde se efetue a separação de resíduos (ecopontos domésticos)					

7. A água é um bem essencial à vida, pelo que o mesmo deve ser tratado de uma forma responsável, tentando procurar novas alternativas para a redução dos consumos e valorização das águas residuais. Considerando que os 2 indicadores da categoria "C5 – Água" são os que se encontram listados na tabela em baixo, pedíamos-lhe o favor que, de acordo com a sua opinião, definisse a importância relativa que cada indicador deverá apresentar na quantificação do nível de desempenho do edifício ao nível dessa categoria.

Parâmetro	1	2	3	4	5
P14 - Redução do consumo de água no interior do edifício					
P15 - Redução do consumo de água potável, através de reutilização de águas residuais e utilização de águas pluviais					

8. Com a construção de edifícios procura-se garantir o conforto e a saúde dos seus utilizadores, através da satisfação das expectativas dos utilizadores em relação à qualidade do ambiente interior e à relação do edifício com o meio construído envolvente, entre outros. Considerando que os 5 indicadores da categoria "C6 – Conforto e Saúde dos Utilizadores " são os que se encontram listados na tabela em baixo, pedíamos-lhe o favor que, de acordo com a sua opinião, definisse a importância relativa que cada indicador deverá apresentar na quantificação do nível de desempenho do edifício ao nível dessa categoria.

Parâmetro	1	2	3	4	5
P16 - Eficiência da ventilação natural					
P17 - Utilização de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV (Compostos Orgânicos Voláteis)					
P18 - Conforto térmico					
P19 - Iluminação natural e redução do consumo de energia para a iluminação					
P20 - Isolamento Acústico					

9. Na localização de um edifício, pretende-se que o mesmo apresente boas acessibilidades, que permitam e encorajem a utilização de transportes menos poluentes (transportes públicos), ou não poluentes (bicicleta e a pé). Considerando que os 2 indicadores da categoria "C7 – Acessibilidade " são os que se encontram listados na tabela em baixo, pedíamos-lhe o favor que, de acordo com a sua opinião, definisse a importância relativa que cada indicador deverá apresentar na quantificação do nível de desempenho do edifício ao nível dessa categoria.

Parâmetro	1	2	3	4	5
P21 - Acessibilidade a transportes públicos					
P22 - Acessibilidade a amenidades (conjunto de equipamentos e serviços locais)					

10. As duas fases do ciclo de vida de um edifício em que se verificam a maior parte dos custos são a fase de construção e a fase de utilização. Normalmente, cada um dos grupos de intervenientes valoriza de forma diferente os custos de construção em relação aos custos de utilização, quando avaliam a viabilidade de um investimento. Neste sentido, considerando que os 2 indicadores da categoria "C9 – Custos de Ciclo de Vida " são os que se encontram listados na tabela em baixo, pedíamos-lhe o favor que, de acordo com a sua opinião, definisse a importância relativa que cada indicador deverá apresentar na quantificação do nível de desempenho do edifício ao nível dessa categoria.

Parâmetro	1	2	3	4	5
P24 - Custos Iniciais					
P25 - Custos de utilização					

Gratos pela sua colaboração!